

GOING DARK

Aussterben mit Ansage

Ursachen und Auswirkungen
des abrupten Klimawandels

GUY R. MCPHERSON

Silvanima

Going Dark

—

Aussterben mit Ansage

**Das Aussterben:
vorhergesagt und ignoriert**

**Überblick und Update über den
Klimawandel**

Dr. Guy R. McPherson

Übersetzung aus dem Amerikanischen von Sören Christensen

Die amerikanische Originalausgabe von „Going Dark“
erschien 2013, die zweite Auflage 2019.

Bild und Textmaterial sind urheberrechtlich geschützt. Reproduktion, Übersetzung,
Weiterverarbeitung, auch auszugsweise sowie Wiederverkauf sind ohne schriftliche Zustimmung
des Verlags nicht gestattet.

Satz und Layout:

Silvanima GbR

Niederhamer Str. 6

82549 Königsdorf

Titelgrafik: © Pauline Schneider

<https://guymcpherson.com/>

Übersetzung: Sören Christensen

Copyright © der deutschsprachigen Erstausgabe 2020

by Silvanima GbR

Alle Rechte vorbehalten

ISBN: 978-3-945657-23-2

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Verlags.....	1
Das Aussterben: Vorhergesagt und ignoriert.....	2
Überblick und Update über den Klimawandel.....	10
Jenseits von linear.....	14
Gesamtdarstellung des Aussterbens.....	23
Umgekippt.....	28
Vorhersage des zeitnahen Aussterbens des Menschen.....	33
Bewertungen im großen Maßstab.....	36
Die Perspektive erweitern.....	40
Sich selbst verstärkende Rückkopplungseffekte.....	44
Wie weit sind wir gekommen.....	72
Dann sehen Sie, wohin wir gehen.....	78
Quellenverzeichnis – Das Aussterben: Vorhergesagt und ignoriert.....	87

Vorwort des Verlags

Prof. Guy McPherson hat es sich zum Ziel gesetzt, die Menschheit über den bereits fortschreitenden und nicht mehr aufzuhaltenden, abrupten Klimawandel mit katastrophalen Folgen aufzuklären. Dabei geht es ihm nicht darum, aus dieser düsteren Zukunft Kapital zu schlagen, sondern um das Recht eines jeden einzelnen, über das, was uns bevorsteht, Bescheid zu wissen und auf der Basis dieses Wissens frei zu entscheiden, wie sie oder er damit umgehen will.

Guy McPherson betreibt einen eigenen Blog „Nature Bats Last“ (guymcpherson.com), über den jeder kostenfrei auf seine wissenschaftlichen Arbeiten und Ergebnisse bzw. Artikel zugreifen kann. Da diese Arbeit als Grundlage für seine Haltung und auch für seine Bücher zum Verständnis wichtig sind, folgen wir natürlich seinem Wunsch, einige wichtige Arbeiten zu übersetzen und ebenso kostenfrei zur Verfügung zu stellen.

Das Update zum Klimawandel wurde von Dr. McPherson im Jahr 2016 das letzte Mal bearbeitet. Der einleitende Aufsatz wurde im Februar 2020 aktualisiert. Einige Links sind leider nicht mehr gültig, alle Links führen ausnahmslos auf englischsprachige Webseiten.

Unter den folgenden Links finden Sie Guy McPhersons Ausführungen mit deutschen Untertiteln:

Aussterben mit Ansage: <https://www.youtube.com/watch?v=wqVkjoozFVg>

Vortrag zum abrupten Klimawandel: <https://www.youtube.com/watch?v=sJm8lMqWHw8>

Das Aussterben: Vorhergesagt und ignoriert

by GUY R. MCPHERSON

Wenn sie vom Aussterben bedroht sind, tun die meisten sich entwickelnden menschlichen oder sonstigen Abstammungslinien nichts Besonderes, um dies zu vermeiden.

- George C. Williams

Der amerikanische Evolutionsbiologe George C. Williams starb im September 2010 im Alter von 83 Jahren. Ich bezweifle, dass er wusste, dass wir unmittelbar vor dem Aussterben stehen.

Als Williams starb, hatte ich an dieser Stelle bereits drei Jahre lang Alarm geschlagen und ich war nicht alleine. Die Warnungen, die ich in diesem kurzen Aufsatz erwähne, waren nicht die ersten vor der durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen verursachten Klimakatastrophe. Eine kurze Suche in Ihrer bevorzugten Online-Suchmaschine bringt Sie zu George Perkins Marsh, der bereits 1847 Alarm schlug, zu Svante Arrhenius bemerkenswertem Fachartikel aus dem Jahr 1896 und jungen Versionen von Al Gore, Carl Sagan und James Hansen, die in den 1980er Jahren vor dem Kongress in den Vereinigten Staaten sprachen. Natürlich gibt es noch mehr, doch das alles wird für ein paar Dollar in ein paar Taschen ignoriert.

Der projizierte Veränderungsgrad des Klimawandels, der auf dem Gradualismus des IPCC, also auf langsamen Veränderungen, basiert, übersteigt die Anpassungsfähigkeit von Wirbeltieren um den Faktor 10.000. Die dem Homo Sapiens noch näher stehenden Säugetiere können sich nicht schnell genug weiterentwickeln, um der gegenwärtigen Krise des Aussterbens zu entkommen. Der Mensch ist ein Wirbel- und ein Säugetier. Zu glauben, dass unsere Spezies dem Aussterben entgehen kann, wenn doch nichtmenschliche Wirbeltiere und nichtmenschliche Säugetiere verschwinden, ist klassische menschliche Hybris, gehüllt in eine warme Decke sagenumwobener, menschlicher Überlegenheit. Die Beweise legen nahe, dass auch der Mensch der Vernichtung „jeglichen Lebens auf der Erde“ anheimfallen wird, wie die Fachliteratur am 13. November 2018 berichtet. Selbst Bärtierchen, das überlebende Vorzeigexemplar all jener, die die Auswirkungen des abrupten Klimawandels auf das Leben leugnen, werden laut einer Veröffentlichung in *Scientific Reports* vom 9. Januar 2020 wahrscheinlich nicht überleben. Wenn die Orga-

nismen, von denen wir abhängig sind, nicht überleben, und selbst Bärtierchen nicht überleben, dann wird der Mensch auch nicht überleben. Wir sind in einem hohen Maß auf wirbellose Tiere, z.B. Insekten, angewiesen, um weiterleben zu können jedoch ist eine "Insekten-Apokalypse" im Gange, wie in einem Übersichtsartikel in der Ausgabe von *Biological Conservation* vom April 2019 berichtet und in einem nachfolgenden Artikel in *Nature* vom 30. Oktober 2019 bestätigt wurde.

Die unkontrollierte Kernschmelze der weltweiten Kernkraftwerke wäre ausreichend, das menschliche Leben auf der Erde in kürzester Zeit auszulöschen, aber nicht unbedingt notwendig dafür. "Schon" der abrupte Klimawandel reicht aus, um die Erde von allem Leben zu befreien. Tatsächlich scheint es, dass alleine der Luftverkehr den Planeten katastrophal überhitzen wird: "Die Kondensstreifen, die Flugzeuge hinterlassen, bleiben nur für einige Stunden. Mittlerweile sind sie jedoch so weit verbreitet, dass ihre wärmende Wirkung größer ist, als die des Kohlendioxids, das Flugzeuge seit dem ersten Flug der Gebrüder Wright in die Atmosphäre emittiert haben." Laut einem Artikel vom 27. Juni 2019 in *Atmospheric Chemistry and Physics*, haben durch den Luftverkehr verursachte Zirruswolken eine enorme Erwärmung des Planeten verursacht, ein Trend, der sich in zukünftigen Szenarien, die industrielle Zivilisation eingeschlossen, wahrscheinlich noch beschleunigen wird. Zusätzlich zu dem existenziellen Risiko durch kommerzielle Flugreisen wird im Vorabdruck einer von Fachleuten geprüften Veröffentlichung vom 12. Dezember 2019 darauf hingewiesen, dass die Auswirkungen auf die Luftzirkulation ausreichen, um jegliches Leben auf der Erde zu gefährden.

Und die Reaktion auf diese Warnungen im Laufe der Geschichte? Verschiebung der Basislinie. Ignorieren der reichlich vorhandenen wissenschaftlichen Ergebnisse. Jegliche Vorsicht in den Wind schießen. Und was das IPCC betrifft, Beibehaltung eines extrem konservativen Ansatzes (im Einklang mit der extrem konservativen Fachliteratur).

Medien, Regierungen und die meisten Klimaforscher beharren weiterhin auf dem 2-Grad-Ziel, 1977 vorgeschlagen vom Ökonom William Nordhaus: „Wenn die globalen Temperaturen mehr als 2° C oder 3° C über dem aktuellen, globalen Durchschnitt lägen, würde dies das Klima über das Spektrum der Beobachtungen, die in den letzten hunderttausend Jahren gemacht wurden, hinaus schleudern.“

Die Konzernmedien in den Vereinigten Staaten werden durch die *New York Times* verkörpert, eine Zeitung, die zugibt, dass sie ihre großen Knüller vor der Veröffentlichung an die US-Regierung schickt, um sicherzustellen, dass die "Beamten der nationalen Sicherheit ... keine Bedenken" deswegen haben. Obwohl die *Washington Post* das erst noch zugeben muss, vermute ich, dass diese beiden primären Sprachrohre des American Empire gleichermaßen schuldig sind, dem Staat und nicht dem Volk zu dienen.

Wir wissen ein gutes Stück mehr über Klimawissenschaften als noch 1977. Und echte Wissenschaftler wussten sogar damals schon, dass Ökonomen nicht als Wissenschaftler behandelt werden sollten. Es überrascht kaum, dass Nordhaus Anfang 2018 den politisch motivierten Wirtschaftsnobelpreis erhielt. Wäre er mit dem Friedensnobelpreis ausgezeichnet worden, wäre ich auch nicht überrascht gewesen.

Die Durchschnittstemperatur der Erde liegt derzeit mindestens 1,73° C über dem Wert von 1750, zu Beginn der industriellen Revolution. Diese globale Durchschnittstemperatur ist, laut einem Artikel James Hansen und Kollegen in *Earth System Dynamics* von 2017, die höchste jemals, seitdem es die Spezies Homo Sapiens gibt. Mit anderen Worten, unsere Spezies hat noch nie eine heißere Erde erlebt als die heutige, die die derzeit anhaltende Flüchtlingskrise verursacht, da der menschliche Lebensraum schwindet. Die Erde hat die von Nordhaus festgelegte 2-Grad-Obergrenze (sic) noch nicht ganz erreicht und dennoch erleben wir bereits ein „neues Klimasystem“, wie im Vorabdruck der Juni-Ausgabe von *Earth's Future* ausgeführt wird: „Insgesamt lassen unsere Ergebnisse darauf schließen, dass wir ein neues Klimasystem erreicht haben, in dem das Auftreten außergewöhnlicher Hitzewellen im globalen Maßstab nicht ohne den vom Menschen verursachten Klimawandel erklärt werden kann.“

Ein Überblick, den das European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS) im April 2019 veröffentlicht hat, stellt klar: „Ein Anstieg von 1,5 Grad ist das Maximum, das der Planet ertragen kann; Sollten die Temperaturen weiter ansteigen ... werden wir in noch größerem Maß Dürren, Überschwemmungen, extremer Hitze und Armut ausgesetzt sein ... und im schlimmsten Fall dem Aussterben der gesamten Menschheit.“ Mit anderen Worten, dieser wichtigen Synthese zufolge haben wir bereits den Punkt überschritten, ab dem das Aussterben der Menschheit auftreten kann. Als Reaktion auf die sich immer weiter zuspitzende Krise, auch bekannt als

abrupter Klimawandel, besteht der herkömmliche Ansatz darin, einfach den Ausgangspunkt zu verschieben. Anstatt zuzugeben, dass die globale Durchschnittstemperatur fast 2° C über dem Ausgangspunkt von 1750 liegt, haben Regierungen und viele Wissenschaftler einfach bestimmt, dass der Ausgangspunkt tatsächlich 1981-2010 oder sogar noch später liegt. Die Einhaltung des Vorsorgeprinzips ist eindeutig aus der Mode gekommen.

Wir wissen seit Jahrzehnten, dass das von Nordhaus in Stein gemeißelte 2-Grad-Ziel gefährlich ist. Laut dem Vorsitzenden des American Petroleum Institute „lief uns bereits 1965 die Zeit für den Umgang mit Treibhausgasen davon“. Vierzehn Jahre später war es Edward Teller, der Big Oil ermahnte, den Kurs zu ändern. Exxon sagte genau voraus, wohin wir 1982 bereits unterwegs waren, und versäumte es dann nicht nur, die Warnungen zu beachten, sondern trat auch die Warnungen und die Zukunft der Menschheit mit Füßen. Al Gore und Carl Sagan betonten 1985 vor dem Kongress, dass wir jetzt etwas gegen den Klimawandel tun müssen. Gegen Ende Juni 1989 deutete Noel Brown, Direktor des New Yorker Büro des Umweltprogramms der Vereinten Nationen an, dass wir nur bis zum Jahr 2000 hatten, um einen katastrophalen Klimawandel abzuwenden. Ungefähr 16 Monate nach Browns Warnung legte die Beratergruppe der Vereinten Nationen für Treibhausgase im Oktober 1990 1° C als absolutes, oberes Limit fest. Der Klimareferent und Schriftsteller David Spratt nannte im Oktober 2014 0,5° C als Obergrenze, die nicht überschritten werden durfte.

Es war schon 1977 zweifellos zu spät, um den abrupten, irreversiblen Klimawandel rückgängig zu machen, als Nordhaus seine genozidale Meinung äußerte. 1989 war es sicherlich zu spät, um den Kurs zu ändern. Und außer tröstlichen Worten haben wir bisher nichts unternommen, um angesichts aller Warnungen, kurz- oder langfristig, unser eigenes Aussterben zu verhindern.

Im Oktober 2018 sagte das IPCC, das Intergovernmental Panel on Climate Change der Vereinten Nationen, dass uns noch bis 2030 Zeit bleibt, die globale Durchschnittstemperatur bei 1,5° C über dem sich ständig verändernden Ausgangspunkt zu halten. Ja, das ist richtig: Die Vereinten Nationen empfehlen eine globale Durchschnittstemperatur deutlich unter der aktuellen Temperatur als "Ziel".

Ein Überblick über die Rolle und Bedeutung von Methanhydraten im ostsibirischen arktischen Schelf (ESAS) von Shakhova und Kollegen wurde am 5. Juni 2019 in

Geosciences veröffentlicht. Zu den Schlussfolgerungen dieser Forschungsergebnisse gehört: „ESAS „hat sich kürzlich als bedeutende moderne Quelle für atmosphärisches CH₄ erwiesen, das jährlich nicht weniger als terrestrische arktische Ökosysteme beiträgt... Die Freisetzen könnten potenziell um das 3 bis 5fache zunehmen.“ Eine solch signifikante Freisetzung von Methan würde offensichtlich schon kurzfristig zum Verlust des Lebensraums für die Menschen auf der Erde führen. Eine eisfreie Arktis entspricht den Kohlendioxidemissionen von 25 Jahren, heißt es in einer Veröffentlichung in den Geophysical Research Letters vom 20. Juni 2019. Und laut einer Veröffentlichung in Science vom 7. Juni 2019, begann die Menge an Methan in der Atmosphäre (CH₄) im Jahr 2007 nach siebenjährigem Wachstum nahe Null anzusteigen. Jüngste Untersuchungen zeigen, dass sich 2014 ein zweiter Schritt vollzog. Von 2014 bis mindestens Ende 2018 stieg die Menge an CH₄ in der Atmosphäre fast doppelt so schnell an, wie seit 2007.

Sogar die Massenmedien berichten nun endlich über das Sprudeln von Unterwassermethan. Am 8. Oktober 2019 zitierte die Newsweek Igor Semiletov von der Polytechnischen Universität Tomsk: „Dies ist die stärkste Gasfontäne, die ich je gesehen habe.“

Es wird schlimmer und schlimmer: Der Generalsekretär der Vereinten Nationen, António Guterres, sagt, dass wir bis 2020 Zeit haben den Kurs zu ändern. Laut Guardian von Anfang Oktober 2018 sind „die nächsten drei Monate entscheidend für die Zukunft des Planeten.“ Natürlich tat sich auf planetarer Ebene nichts von Bedeutung, weil nichts von Bedeutung getan werden konnte. Stets bereit, die Massen weiter abzulenken, schlussfolgerte der Prinz of Wales Mitte Juli 2018, dass wir 18 Monate Zeit haben, um uns mit dem Klimawandel auseinanderzusetzen. Das einzige bekannte Mittel, mit dem der Mensch die globale Durchschnittstemperatur zwischen jetzt und 2020 (oder 2021) in eine beliebige Richtung verändern kann, ist die Verringerung der industriellen Aktivität, wodurch der Verschleierungseffekt durch Aerosole gemindert und die globale Durchschnittstemperatur sehr viel schneller nach oben getrieben wird. Die Auswirkungen dieses Verschleierungseffektes durch Aerosole (vgl. Global Dimming) wurden stark unterschätzt, wie ein Artikel in Science vom 8. Februar 2019 hervorhebt. Der Hauptautor des Science-Artikels sagte am 22. Januar 2019: “Die weltweiten Anstrengungen zur Verbesserung der Luftqualität durch die Entwicklung sauberer Brennstoffe und die Verbrennung von weniger Kohle könnten letztendlich unseren Planeten schädigen, indem sie die Anzahl der Aerosole in der Atmosphäre verringern. Dadurch wird die Fähigkeit von Aeroso-

len, die globale Erwärmung zu kompensieren, gemindert.“ Der Kühleffekt ist „fast doppelt so hoch, wie von Wissenschaftlern bisher angenommen,“ und dieser Artikel aus dem Jahr 2019 zitiert die Schlussfolgerung von Levy und Kollegen (2013), der nahelegt, dass eine Abnahme der industriellen Aktivität um nur 35% einen Anstieg der Temperatur um 1° C im globalen Durchschnitt bewirken wird. Zusätzliche Unterstützung für die Bedeutung des Verschleierungseffekts durch Aerosole findet sich in der Ausgabe der *Geophysical Research Letters* vom 18. Juli 2019 und in *Nature Communications* vom 27. November 2019. Zusätzliche Untersuchungen deuten darauf hin, dass der Verlust von Aerosolen die Hitzewellen noch verstärkt, genauso wie der anhaltende, rapide Rückgang des arktischen Eisschildes. Diese Zwickmühle des abrupten Klimawandels, die *McPherson-Paradox* genannt wird, führt uns in die falsche Richtung, unabhängig von der Richtung der industriellen Aktivität, wenn wir daran interessiert sind, den Lebensraum für Wirbeltiere und Säugetiere auf der Erde zu erhalten. Die Verringerung oder gar der Verlust des Verschleierungseffekts durch Aerosole bedeutet den Verlust des Lebensraums für menschliche Tiere und das sich daran anschließende Aussterben des Menschen.

Und es wird täglich auf unvorstellbare Weise schlimmer. Die neuesten Informationen aus der Fachliteratur haben mich schließlich zu dem Schluss gebracht, dass das sechste Massensterben alles Leben auf der Erde vernichten könnte. Ein Artikel in *Scientific Reports* kommt auf der Grundlage des Grades der Umweltveränderungen zu dieser Schlussfolgerung, und stimmt darin mit meinen eigenen Schlussfolgerungen überein. Mehr als ein Jahrzehnt, nachdem ich hier auf die Bedeutung der Wechselwirkungen zwischen Organismen, insbesondere auf relativ unbekanntes und doch immens wichtiges Mikroben, hingewiesen hatte, wurde die Wichtigkeit mikrobiellen Lebens in einem synthetischen Artikel in *Nature Reviews Microbiology* vom 18. Juni 2019 gewürdigt: “[Microben] unterstützen die Existenz aller höheren Lebensformen und sind für die Regulierung des Klimawandels von entscheidender Bedeutung.“ Fünfeinhalb Jahre, nachdem ich die Wechselwirkung miteinander interagierender Faktoren beschrieben hatte, kommt ein Artikel in *Science* vom 21. Dezember 2018 zu dem Schluss, dass solche Wechselwirkungen enorm wichtig sind. Im Anschluss daran deutet ein Artikel vom 10. Januar 2019 in der gleichen Publikation darauf hin, dass die Meerestemperaturen viel schneller als erwartet ansteigen, womit er gleichzeitig bekräftigt, dass 2018 das Jahr mit den wärmsten jemals gemessenen Ozeantemperaturen auf der Erde war. Infolgedessen verlor die Antarktis laut eines Artikels in *Proceedings of the National Academy of Sciences* vom 14. Januar 2019 sechsmal so viel Eismasse wie vor 40 Jahren. Eine weitere

Bestätigung dafür, dass das Eis in der Antarktis rapide abnimmt, ist einer For-
schungsarbeit zu entnehmen, die am 16. Mai 2019 in *Geophysical Research Let-*
ters veröffentlicht wurde. Laut einem Artikel in *Proceedings of the National Acade-*
my of Sciences vom 1. Juli 2019, überschritt der Rückgang des antarktischen Mee-
reises während des Zeitraums von 2014-2017 bei Weitem die viel weiter verbreite-
ten Rückgangsraten in der Arktis, woraus sich ergab, dass das antarktische Mee-
reis die geringste Ausdehnung seit Beginn der Datenaufzeichnungen vor 40 Jahren
hatte. Gestützt auf fundierte wissenschaftliche Daten vermeldete *Newsweek* am
24. Dezember 2019 die stärkste jemals beobachtete Eisschmelze in der Antarktis.
Es überrascht auch nicht, dass die Antarktis Temperaturrekorde aufstellt, was einen
Klimaforscher dazu veranlasst, darauf hinzuweisen, dass es gelegentlich „warm ge-
nug ist, um im T-Shirt herumzulaufen“.

Auf Grundlage des extrem konservativen Repräsentativen Konzentrationspfades
(RCP) des IPCC werden Klimate, „wie die des Pliozän, bereits um 2030 vorherr-
schen“ und dieser Grad an Umweltveränderung wird den Lebensraum für den Men-
schen und die meisten anderen Spezies auf der Erde zerstören. Jeder sachkundige
Blick auf RCPs zeigt, wie schnell die globale Überhitzung sie überflüssig macht.
Derweil „erlebten die Weltmeere vor ungefähr 430 Millionen Jahren während des
Silur Veränderungen, die uns heute geradezu unheimlich vertraut erscheinen wür-
den. Das Abschmelzen der polaren Eisschilde bedeutete einen stetigen Anstieg
des Meeresspiegels und ein schnelles Absinken des Sauerstoffgehalts der Ozeane
weltweit.“ Mit anderen Worten war das Ireviken-Event, einem Bericht in *Earth and*
Planetary Science Letters vom 1. Mai 2019 zufolge dem sechsten Massenausster-
ben, das derzeit abläuft, erstaunlich ähnlich.

Die Übersäuerung der Ozeane vollzieht sich, laut einem Artikel vom 26. August
2019 in *Nature Climate Change* rasant. Infolgedessen nimmt die Kieselsäurepro-
duktion durch Kieselalgen rapide ab. Dieser rasche Niedergang des Planktons ist
für diejenigen von uns von größter Bedeutung, deren Nahrung oder Sauerstoff vom
Ozean abhängig sind.

Und schließlich zeigt eine Veröffentlichung in *Geosciences* vom 23. November
2018 nach Volumen bemessen bis zu 8516 ppm in der Jamal-Region Sibiriens auf,
was auf das gewaltige Potenzial des terrestrischen Permafrost hinweist, den Plane-
ten in naher Zukunft zu erwärmen. Ein Artikel vom 1. Juli 2019 in *Nature Geos-*
ciences weist darauf hin, dass „ein Kohlenstoffverlust von 5,4% pro Jahr im Erd-
reich“ zu verzeichnen ist. Das heißt nichts anderes, als dass der von Shakhova und
Kollegen im Jahr 2008 beschriebene Methanausstoß von 50 Gigatonnen, „dessen

abrupte Freisetzung höchstwahrscheinlich jederzeit“ erfolgen kann, nicht alleine eine existenzielle Bedrohung darstellt, die ausschließlich auf Methan beruht. Ein weiter Artikel vom 30. Oktober 2019 in *Nature Climate Change* weist auf eine abrupte, nicht graduelle Freisetzung von Methan aus dem terrestrischen Permafrost hin. Das alles stammt aus den konservativsten Quellen überhaupt.

Zuletzt befasste sich ein Artikel in den *Geophysical Research Letters* vom 3. Januar 2020 mit der Bedeutung von Wolken. Lange Zeit ein umstrittenes Thema in der wissenschaftlichen Gemeinschaft, belegte die Studie von Zelinka und Kollegen, dass eine Verdoppelung des atmosphärischen Kohlendioxids ab dem Ausgangspunkt von 280 ppm im Jahr 1750 zum Verlust der Wolkendecke beitragen würde, wodurch Rückkopplungseffekte beschleunigt und die Erde in naher Zukunft erheblich erwärmt werden würde. In diesem Kontext muss noch der rapide Anstieg von atmosphärischem Kohlendioxid erwähnt werden, der im Jahr 2018 bereits 407,4 ppm erreichte und im Jahr 2019 weiter auf 414,7 ppm stieg. Bereits 2008 wies James Hansen in einer Studie darauf hin, dass der Gehalt von Kohlenstoffdioxid in der Erdatmosphäre einen Wert von 350 parts per million (ppm) nicht dauerhaft überschreiten dürfe und warnte vor „unumkehrbaren, katastrophalen Auswirkungen“.

Einfach ausgedrückt ist unser Schicksal als Spezies besiegelt. Trotz einer Vielzahl von Warnungen über einen Zeitraum von mehr als 150 Jahren stehen wir kurz vor dem Aussterben. Eine tragische Geschichte. Und wie der Evolutionsbiologe George C. Williams vorausgesagt hatte, gab unsere Art kaum einen Laut von sich, als der Hammer fiel.

Überblick und Update über den Klimawandel

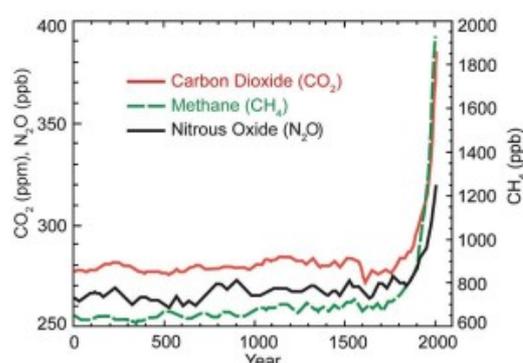
Zuletzt aktualisiert - voraussichtlich zum letzten Mal - am 2. August 2016

Das große Massensterben löschte mindestens 90% der Arten auf der Erde aus, weil die globale Durchschnittstemperatur vor etwa 252 Millionen Jahren abrupt anstieg. Die überwiegende Mehrheit des komplexen Lebens starb aus. Auf der Basis von Informationen aus den konservativsten verfügbaren Quellen steuert die Erde in naher Zukunft auf eine ähnliche oder sogar eine höhere globale Durchschnittstemperatur zu. Die jüngsten und in naher Zukunft auftretenden Temperaturanstiege treten mindestens eine Größenordnung schneller auf (oder werden auftreten) als die schlimmsten Anstiege aller früheren Massensterben. Der Lebensraum für menschliche Tiere verschwindet weltweit, dabei hat der abrupte Klimawandel noch kaum begonnen. In naher Zukunft wird der Lebensraum für den *Homo Sapiens* verschwunden sein. Kurz danach werden alle Menschen sterben.

Es gibt keinen Präzedenzfall in der Geschichte des Planeten für Ereignisse, die sich heute entfalten. Daher ist es nicht ratsam, sich auf frühere Ereignisse zu verlassen, um die nahe Zukunft vorherzusagen.

Ich werde oft beschuldigt, die Informationen in diesem ständig wachsenden Aufsatz nach dem Prinzip des Rosinenpickens zusammenzutragen. Ich bekenne mich schuldig und nehme dazu in [diesem Aufsatz](https://guymcpherson.com/2014/01/picking-cherries/) (https://guymcpherson.com/2014/01/picking-cherries/) vom 30. Januar 2014 Stellung. Meine Kritiker konzentrieren sich in der Regel auf mich und meinen Mangel an Renommee in der wissenschaftlichen Gemeinschaft, worauf ich mit den Worten von [John W. Farley](#) antworte: "Der wissenschaftliche Fall hängt nicht vom Autoritätsgrad des Zitates ab, egal wie angesehen die Autorität sein mag. Der Fall hängt von experimentellen Beweisen, Logik und Vernunft ab. "Mit anderen Worten, hören Sie auf, den Boten ins Visier zu nehmen. Eine russische Version dieses Aufsatzes, die sich auf sich selbst verstärkende Rückkopplungseffekte konzentriert, wurde von Robin Westenra und Kollegen [hier](#) zur Verfügung gestellt. Eine immer wieder aktualisierte, polnische Version ist [hier](#) verfügbar.

Der amerikanischen Schauspielerin Lily Tomlin wird folgender Ausspruch zugeschrieben: „Egal, wie zynisch Sie werden, es reicht nie aus, um mitzuhalten.“ Mit Bezug auf die Klimawissenschaft werden meine eigenen Bemühungen, auf dem Laufenden zu bleiben, jede Woche von neuen Daten, Modellen und Einschätzungen überholt. Es scheint, egal wie düster die Situation ist, es wird immer noch schlimmer, wenn ich die neuesten Berichte überprüfe.



Die Reaktion von Politikern, den Leitern von Nichtregierungsorganisationen und den führenden Köpfen in der Wirtschaft bleibt die gleiche, auch wenn sie mit Sicherheit den gesamten Inhalt dieses Aufsatzes kennen. Sie stecken im nasskalten Sumpf der Nichtigkeit fest. [Margaret Beckett, ehemalige britische Außenministerin, sagte im September 2008 bei BBC America](#) über den Klimawandel: „Wird es unseren Kindern schaden? Wird es unseren Enkeln schaden? Tatsächlich ist es tatsächlich bereits heute ein Problem für uns.“ Wie es Halldor Thorgeirsson, Senior Director bei der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, [am 17. September 2013 formulierte](#): „Wir scheitern als internationale Gemeinschaft. Wir sind nicht auf dem richtigen Weg.“ Dies sind die Leute, die über unseren direkten Kurs in die Katastrophe Bescheid wissen und vermutlich etwas dagegen unternehmen könnten (und sei es nur, Alarm zu schlagen). Tomlins Satz ist niemals treffender, als beim Nachdenken über das Streben nach einem weiteren Dollar auf Kosten des Lebens auf der Erde.

Schlimmer als die oben erwähnten Trolle sind die Medien. Die Medien, die vollständig in der Hand von privaten und staatlichen Unternehmen sind, tänzeln weiter um das Thema Klimawandel herum. Gelegentlich wird ein unverblümter Artikel veröffentlicht, der jedoch in der Regel in die falsche Richtung weist, z.B. der Vorschlag, Klimaforscher und Aktivisten zu töten (z.B. [James Delingpoles hasserfüllter Artikel vom 7. April 2013 im Telegraph](#)).

Die bedeutenden Mainstream-Medien führen die Öffentlichkeit routinemäßig in die Irre. Mainstream-Wissenschaftler reden die Botschaft regelmäßig klein, mit vorher-sagbarem Ergebnis. Wie wir seit Jahren wissen, [spielen Wissenschaftler fast unvermeidlich die Auswirkungen des Klimas herunter](#) (James Hansen bezeichnete dieses Phänomen in seinem Artikel über den Anstieg des Meeresspiegels als "wissenschaftliche Zurückhaltung" ([24. Mai 2007 in Environmental Research Letters](#))). Ein [Artikel in der Onlineausgabe von Nature Climate Change vom 27. Juni 2016 bestärkt die Idee des wissenschaftlichen Konservatismus, indem er herausstreicht](#), dass durch die Ablehnung an die historischen Aufzeichnungen seit den 1860er Jahren gut ein Fünftel der globalen Erwärmung schlicht fehlt.

In manchen Fällen [werden Wissenschaftler von ihren Regierungen auf aggressive Weise mundtot gemacht](#). Die britische [Royal Society](#) begann im Jahr 2014, die [wissenschaftlichen Beobachtungen über das Methan in der Arktis aktiv zu ignorieren](#) und [Kanada lässt die Veröffentlichung bestimmter Informationen zum Klimawandel nicht länger zu](#) (s. auch in [diesem Bericht](#) vom 20. August 2015). Selbst Museen sind nicht vor Fehlinformationen über die Klimawissenschaft sicher, um die Liebhaber fossiler Brennstoffe zu beschwichtigen, [wie AlterNet in seiner Ausgabe vom 17. Juni 2014](#) berichtet. Ich will aber keine Verschwörung unter den Wissenschaftlern implizieren. Die Wissenschaft wählt den konservativen Ansatz und die akademische Welt wählt den extremen Konservatismus. Diese Leute machen nur sehr ungern auf sich aufmerksam, vor allem nicht, indem sie darauf hinweisen, dass die gesamte Zivilisation bedroht sein könnte, ganz zu schweigen von der zeitnahen Bedrohung für unsere gesamte Spezies (die meisten könnten sich nicht noch weniger um andere Spezies scheren). Egal wie düster die Wahrheit ist, sie finden immer eine andere, nicht ganz so schlimme Version. Unterstützung findet dieses Konzept in einem [Artikel des Global Environmental Change aus dem Februar 2013](#) der darauf hinweist, dass Wissenschaftler die Auswirkungen des Klimawandels regelmäßig unterschätzen, „indem sie auf dem Pfad des geringsten Dramas herumirren“ (s. auch Übersichten zu diesem Phänomen [vom 21. Mai 2014](#) und [vom 15. Juli 2014](#), letztere vom US National Research Council, wie von Truth-out berichtet). Sogar die klimatische Reaktion auf Treibhausgase war zu konservativ, wie die [Online Ausgabe von Nature Climate Change am 14. Dezember 2015 berichtet](#). Selbst der oft konservative Robert Scribner [weist in seinem Aufsatz vom 18. Juli 2014 darauf hin](#): „Die CARVE-Studie der NASA ist seit einem Jahr stumm. Die Universität von Maryland hat aufgehört, öffentlich zugängliche AIRS-Methandatenmessungen zu veröffentlichen. Die NOAA-ESRL-Methankolbenmessdaten wurden seit Mitte Mai nicht mehr aktualisiert, möglicherweise aufgrund mangelnder Finanzierung und sogar Gavin Schmidt von der NASA GISS schweigt über das Thema, das in letzter Zeit so viele unangenehme Kontroversen ausgelöst hat. (Der Blog Apocalypse 4 Real antwortete am 24. Juli 2014 auf Scribner, [die Antwort finden sie hier](#).) [Schmidt verstärkte im Oktober 2014 seine Bemühungen, die Arbeit anderer Wissenschaftler mit unbegründetem, unprofessionellem Verhalten zu diskreditieren](#). Sein Irrsinn offenbarte sich in einem [Interview für die Ausgabe des Esquire vom August 2015](#) in einem einzigen Satz: „Es gibt keine tatsächlichen Beweise dafür, dass sich in der Arktis etwas dramatisch anderes abspielt, außer der Tatsache, dass es fast überall schmilzt.“

Darüber hinaus beschleunigt sich die Konsolidierung der wissenschaftlichen Verlagsbranche mit den erwarteten, gewinnabhängigen Ergebnissen. Ein [Artikel, veröffentlicht in der Ausgabe von PloS One vom 10. Juni 2015](#) basierend auf 45 Millionen Dokumenten, die im Zeitraum 1973-2013 im Web of Science indiziert wurden, fand heraus, dass auf die fünf erfolgreichsten Verlage mehr als die Hälfte der kürzlich veröffentlichten Artikel entfällt.

Fast jeder, der diese Worte liest, hat ein berechtigtes Interesse daran, nicht an den Klimawandel denken zu wollen, was auch erklärt, warum [die Leugner des Klimawandels gewonnen haben](#). Einer [gründlichen Analyse der Union of Concerned Scientists](#) aus dem Juli 2015 zufolge, wurden sie von der Fossilbrennstoffindustrie unterstützt und finanziert, aus deren Memos "jahrzehntelange Desinformation hervorgeht - eine gezielte Kampagne zur Täuschung der Öffentlichkeit, die bis heute andauert."

Der investigative Journalist Lee Fang deckt [in seinem Artikel für The Intercept](#) vom 25. August 2015, eine Verbindung zwischen dem Anwalt und Klimawandelleugner Christopher Horner und big coal (der Kohleindustrie) auf. Horner ist ein Anwalt, der behauptet, dass die Erde abkühlt, der in der wissenschaftlichen Gemeinschaft dafür bekannt ist, Klimaforscher mit rücksichtslosen Ermittlungen und öffentlicher Verhöhnung geradezu zu hetzen und der Wissenschaftler häufig als „Kommunisten“ und Betrüger verspottet.

Horner ist ein regelmäßiger Gast bei Fox News und CNN und war in den letzten zehn Jahren mit einer Reihe von Think Tanks und juristischen Organisationen verbunden. Er hat Untersuchungen gegen Klimaforscher gefordert, die mit dem IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) und der NASA verbunden sind und Klimaforscher an großen Universitäten im ganzen Land mit Anfragen überschwemmt, von denen Kritiker behaupten, sie seien nur dazu bestimmt, sie von ihrer Arbeit ablenken.

Die Insolvenzanmeldung vom 20. August 2015 von Alpha Natural Resources, einem der größten Kohleunternehmen in Amerika, umfasst Einzelposten für alle Auftragnehmer und Zuschussempfänger des Unternehmens. Unter ihnen sind Horner mit seiner Privatanschrift sowie die Free Market Environmental Law Clinic, in der er als leitender Anwalt tätig ist.

Es sind nicht nur die Wissenschaftler, die den Schaden unterschätzen. Es ist auch die Wissenschaft selbst. Betrachten wir zum Beispiel Informationen, gewonnen durch Satelliten, die [einem Bericht des Journal of Climate vom März 2015 zufolge](#), deutlich die Temperatur der mittleren Troposphäre unterschätzen. ["Kurz gesagt, die Erde erwärmt sich, die Erwärmung verstärkt sich in der Troposphäre, und diejenigen, die etwas anderes behaupten, liegen ziemlich sicher falsch."](#)

Gegen die entsprechende Summe werden einige Universitätsprofessoren die Leugnung des Klimawandels vorantreiben. [Laut der Ausgabe des Guardian vom 8. Dezember 2015](#), "ergab ein Undercover-Test von Greenpeace, dass zwei prominente Klimaskeptiker auf Stundenbasis angeworben werden konnten, um Berichte zu verfassen, in denen die Gefahren der globalen Erwärmung in Frage gestellt werden." Die fraglichen Professoren sind William Happer, Inhaber des Cyrus-Fogg-Brackett

Lehrstuhls für Physik an der Universität von Princeton and Frank Clemente, emeritierter Professor für Soziologie an der Pennsylvania State University.

Jenseits von linear

Man sagt mir oft, dass die Erde unmöglich empfänglich genug sein kann, als dass es für uns einen Unterschied machen würde. Aber, wie schon die [Schlagzeile von Skeptical Science vom 27. Mai 2014 betont](#), waren "schnelle Veränderungen des Klimas in der Vergangenheit unseres Planeten tödlicher als Einschläge von Asteroiden." Es stimmt: Der Klimawandel ist tödlicher als Asteroiden.

Wie üblich zu spät, räumt das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in einem [Bericht, veröffentlicht am 27. September 2013](#) ein, dass die globale Erwärmung ohne Geoengineering nicht rückgängig gemacht werden kann. Das IPCC gehört zu den konservativsten wissenschaftlichen Gremien der Welt und seine [Berichte werden unter politischem Druck ganz ‚erheblich‘ verwässert.](#) Am 22. April 2014 betiteln Truth-out [ihre Einschätzung](#) korrekterweise: "Der Bericht des IPCC hängt seine Hoffnungen an Phantasie-Technologie." Das Magazin *Time* schließt sich zwei Tage später an, mit der [verzweifelten Schlagzeile: "Chef der NASA: Die Zukunft der Menschheit hängt von der Mission zum Mars ab"](#) (zunächst noch: [Gewächshäuser auf dem Mars](#)). Wie in [Earth System Dynamics vom 5. Dezember 2013](#) und von phys.org im Folgenden aufgezeigt, [ist es unwahrscheinlich, dass die bekannten Strategien des Geo-Engineering erfolgreich sein werden](#) (vgl. auch hier: ["Geo-Engineering des Klimas kann nicht einfach dazu benutzt werden, die globale Erwärmung rückgängig zu machen"](#)). ["Versuche, die Auswirkungen der globalen Erwärmung durch die Injektion von reflektierenden Partikeln in die Stratosphäre umzukehren, könnte die Situation noch verschlimmern"](#), so die in *Environmental Research Letters* vom 8. Januar 2014 veröffentlichte Studie. Darüber hinaus, wie [in der Ausgabe des Journal of Geophysical Research: Atmospheres vom Dezember 2013 beschrieben](#), könnte Geo-Engineering die Erde zwar erfolgreich abkühlen, würde aber auch die Niederschlagsmuster auf der ganzen Welt durcheinanderbringen. In der Arktis „gehen jegliches Meereis und jeglicher Schnee infolge von Geo-Engineering innerhalb eines Jahrzehnts verloren“, so ein [Bericht des Journal of Geophysical Research: Atmospheres vom 15. Februar 2014](#). In der Ausgabe der *Environmental Research Letters* vom 17. Februar 2014 [wird betont](#), dass darüber hinaus die „Gefahr einer plötzlichen und gefährlichen Erwärmung durch die großflächige Implementierung von SRM (Solar Radiation Management) besteht.“ Eine Woche später folgt dann dieser Satz aus einer [Studie](#), veröffentlicht in *Nature Communication* in der Ausgabe vom 25. Februar 2014 und in *Live Science*: ["Pläne die von der globalen Erwärmung verursachte Verwüstung durch gezielte Manipulation des Erdklimas zu minimieren, sind entweder relativ nutzlos oder verschlimmern die Situation noch"](#). Schließlich folgt noch ein weiterer [Schlag für die Technokraten](#), online auch veröffentlicht am [25. Juni 2014 in Na-](#)

[ture Climate Change](#): Eine große Gruppe internationaler und hoch angesehener Forscher kommt zu dem Schluss, dass Geo-Engineering den Klimawandel nicht aufhalten wird. Auch die [U.S. National Academy of Sciences legt mit einem Bericht vom 10. Februar 2015 nach](#), der die Schlussfolgerung zieht, dass Geo-Engineering keine tragfähige Lösung für die Klimakrise darstellt. Eine [Analyse in Europa kam in einem Gutachten, veröffentlicht am 16. Juli 2015 zum gleichen Ergebnis](#). Wie sich herausstellt, ist die Öffentlichkeit auch nicht beeindruckt: Das Forschungsergebnis, [veröffentlicht in Nature Climate Change am 12. Januar 2014](#), „deckt auf, dass die öffentliche Gesamtbewertung von Klima Manipulation negativ ist.“ Trotz der [weit verbreiteten amerikanischen Ignoranz gegenüber der Wissenschaft](#) schätzt die Öffentlichkeit Geo-Engineering genauso richtig ein, wie es die Wissenschaftler tun, und genau gegensätzlich zu den Techno-Optimisten.

Unbeeindruckt von den Beweisen und der öffentlichen Meinung klittern einige Wissenschaftler einfach weiter und verdeutlichen, dass die progressive Perspektive oft bedeutet, sich dem Rand der Klippe zu nähern. Wie der [New Scientist in seiner Ausgabe vom 27. November 2014 berichtete](#), haben erste Versuche, den Planeten durch Geotechnik zu kühlen, bereits Gestalt angenommen und könnten in zwei Jahren beginnen.

Das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) arbeitet mit einem sehr konservativen Prozess und erstellt aus mehreren Gründen sehr konservative Berichte, darunter das Versäumnis, relevante, sich selbst verstärkende Rückkopplungseffekte zu erwähnen (worauf die [Washington Post am 1. April 2015 hinwies](#)). Danach pfuschen [weltweit die Regierungen an den Berichten herum](#), um auch ja übertrieben optimistische Ergebnisse zu gewährleisten, wie [ein Mitarbeiter dieses Prozesses berichtete](#) (vgl. auch [Nafeez Ahmeds Bericht vom 14. Mai 2014 im Guardian](#) und [ein Bericht vom 3. Juli 2014 in der National Geographic](#)). Laut David Wasdells [Analyse vom Mai 2014](#), die eine Kritik am anhaltenden Aberwitz des IPCC enthält, „liegt die aufgrund der gegenwärtigen Konzentration von atmosphärischen Treibhausgasen vorhergesagte Erhöhung der Gleichgewichtstemperatur bereits bei über 5° Celsius.“ Ich sehe keine Möglichkeit für den Menschen, einen solchen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur zu überleben.

[Wasdells Analyse aus dem September 2015](#) enthält mehrere bemerkenswerte Schlussfolgerungen:

1. „Aktuelle Schätzungen der Klimasensitivität durch Computer sind gefährlich niedrig,“ was enthüllt, dass
2. „ein achtfacher Anstieg des Co₂ zwingend ist (ganz im Gegensatz zur Verdreifachung, die der Klimamodell-Computer des IPCC vorhergesagt hat).
3. „Die 2° Zieltemperaturgrenze ist viel zu hoch angesetzt“ und

4. „Der menschengemachte Wandel ist mindestens 100-mal schneller als zu irgendeinem Zeitpunkt in den Paleo-Aufzeichnungen.“

Fazit des Berichts: „Es ist kein Kohlenstoffbudget verfügbar. Selbst für das 2° Celsius - Ziel ist es bereits massiv überschritten.“

„Einen weiteren Beweis für den konservativen Charakter des IPCC findet man in einem Bericht [im Journal of Geophysical Research: Oceans vom 8. Januar 2016, mit dem Schwerpunkt auf der Erwärmung des Nordwestatlantiks](#): „Die fünfte Einschätzung der projizierten, globalen und regionalen Änderung der Meerestemperatur durch das IPCC basiert auf globalen Klimamodellen, die nur eine sehr groben Ozean- und Atmosphärenauflösung (~100 km) verwenden. Im Nordwestatlantik weist die Gesamtheit globaler Klimamodelle aufgrund einer falschen Darstellung der Position des Golfstroms eine warme Tendenz der Meeresoberflächentemperatur auf. Bestehende Prognosen zum Klimawandel basieren daher auf einer unrealistischen regionalen Ozeanzirkulation. Hier vergleichen wir Simulationen und eine atmosphärische CO₂-Verdopplungsreaktion von vier globalen Klimamodellen mit unterschiedlicher Ozean- und Atmosphärenauflösung und finden heraus, dass das Klimamodell mit der höchsten Auflösung (~10 km Meer, ~50 km Atmosphäre) die Zirkulation und Wassermassenverteilung im Nordwestatlantik am genauesten darstellt. Die CO₂-Verdopplungsreaktion dieses Modells zeigt, dass sich die Temperatur im Nordwestatlantik-Schelf im oberen Bereich (0–300 m) fast doppelt so schnell wie in den gröberen Modellen und fast dreimal so schnell wie im globalen Durchschnitt erwärmt.“

Weniger als zwei Wochen später, beschäftigt sich ein [Bericht in den Geophysical Research Letters vom 19. Januar 2016](#) mit dem Problem von Superstürmen wie Sandy durch den Einfluss eines wesentlich wärmeren Atlantiks. Die Zusammenfassung des Berichts enthält die folgenden Zeilen: „wir glauben, dass mögliche Reaktionen von Superstürmen wie Sandy auf den Einfluss eines wesentlich wärmeren Atlantiks in zwei Gruppen aufgeteilt werden können. In der ersten Gruppe ähneln die Stürme dem heutigen Sandy..., mit dem Unterschied, dass sie viel stärker sind, mit einem Anstieg des Peak Power Destructive Index (PDI) um 50–80%, von Starkregen um 30–50% und einer Verdoppelung der maximalen Sturmgröße (MSS). In der zweiten Gruppe verstärken sich die Stürme ganz erheblich... mit einem Anstieg des maximalen PDI um 100–160%, starkem Regen um 70–180% und einer mehr als verdreifachten MSS im Vergleich zum heutigen Supersturm Sandy.“

Ein schrittweiser Wandel ist keinesfalls garantiert. [Die U.S. National Academy of Sciences wies im Dezember 2013 darauf hin](#): „Die Geschichte des Klimas auf unserem Planeten, wie sie in Archiven wie Baumringen, Ozeansedimenten und Eiskernen nachzulesen ist, ist durch große Änderungen gekennzeichnet, die sich im Laufe der Zeit schnell vollzogen haben, innerhalb von Jahrzehnten bis hin zu nur wenigen Jahren.“ Dieser Bericht vom Dezember 2013 [greift zurück auf einen Bericht der Wood Hole Oceanographic Institution, der mehr als ein Jahrzehnt früher veröffentlicht wur-](#)

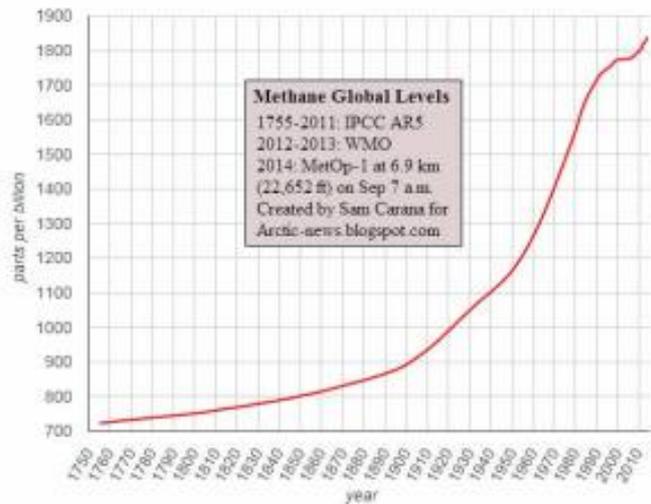
[de. In der Ausgabe vom September 2012 von *Global Policy*](#), kommt Michael Jennings [zu der Schlussfolgerung](#), dass „eine ganze Reihe sich selbst verstärkender Rückkopplungsmechanismen, wie zum Beispiel massive Methanlecks unter der Wasseroberfläche des arktischen Ozeans, aktiviert wurden und wahrscheinlich nicht mehr aufzuhalten sind.“ In einem daran [anschließenden Interview mit Alex Smith auf Radio Ecoshock](#), räumt Jennings ein, dass „das Erdklima bereits die schlimmsten Szenarien übersteigt.“ [Truth-out legt am 18. März 2014 nach](#): Der „Klimawandel“ ist nicht das kritischste Problem, dem die Gesellschaft heute gegenüber steht; es ist der abrupte Klimawandel.“ Die [Skeptical Science kommt am 2. April 2014, mit dem Aufsatz](#) [„Alarmierende neue Studie macht den heutigen Klimawandel mit den schlimmsten Massensterben der Erdgeschichte vergleichbarer.“ endlich in der Realität an](#). Die Schlussfolgerung dieser konservativen Quelle: „Bis vor kurzem galt das Ausmaß des Massensterbens während des Perm als zu massiv, seine Dauer als viel zu lang und seine Datierung als zu ungenau, als dass ein sinnvoller Vergleich mit dem heutigen Klimawandel möglich wäre. Aber jetzt nicht mehr.“ Im Januar 2015 kommt ein Bericht in der gedruckten Ausgabe des Magazins *Progress in Physical Geography* hinzu, dessen Zusammenfassung mit folgendem Satz endet: „Alle Beweise deuten darauf hin, dass die meisten langfristigen Klimaveränderungen nicht schrittweise, sondern eher mit plötzlichen, sprunghaften Anstiegen auftreten.“ Die [Brisbane Times kommt am 18. August beim Thema des abrupten Klimawandels an](#): „Lassen Sie es uns deutlich sagen: Wenn diese Methanausbrüche weiter zunehmen, besteht die Gefahr, dass sie den Planeten in eine beschleunigte oder außer Kontrolle geratene globale Erwärmung treiben. Als dies vor 50 Millionen Jahren das letzte Mal geschah, stiegen die globalen Temperaturen um geschätzte 9 bis 10 Grad. Im gegenwärtigen Kontext würde dies das Ende der weltweiten Nahrungsmittelversorgung bedeuten.“ Robert Scribner stimmt [letztendlich am 29. Oktober 2014 in den Aufschrei ein](#): „Es ist klar, dass die Reaktionen auf das menschliche Anheizen der Atmosphäre jetzt deutlich sichtbar werden und dass dadurch auf jährlicher Basis Beweise für eine stärkere Freisetzung aus einigen Quellen vorgelegt werden.“ [Die Daily Kos fasst Beweise, die einen abrupten Klimawandel nahelegen, am 14. März 2015 mit einem Artikel unter der Überschrift](#), „Auf der Erde ist alles für eine rasche Erwärmung bereit“ zusammen. Ein Bericht, den [Proceedings of the National Academy of Sciences am 12. Oktober 2015 online veröffentlichte, stellt fest](#): „Plötzliche Veränderungen des Meereises, der ozeanischen Strömungen, des Landeises und der Reaktionen des terrestrischen Ökosystems....Eine besonders große Zahl dieser Veränderungen wird bereits für Erwärmungsgrade unter 2° vorhergesagt.“ Dieser letzte Bericht war der Mittelpunkt eines Artikel vom [15 Oktober in der Washington Post](#). Ein im gleichen Monat, am 15. Oktober 2015, erschienener Artikel in *Paleoceanography* unterstützt die These des abrupten Klimawandels: „Diese Aufzeichnung zeigt, dass die klimatischen Verschiebungen während des letzten, großen Abschmelzens der Gletscher zu einem frühen Zeitpunkt und sehr schnell stattgefunden haben (erklärte Co-Autor Kennett, emeritierter Professor am Department of Earth Science der Universität von Kalifornien in Santa Barbara). Bei einer Veränderung von insgesamt 13 Grad Fahrenheit, trat eine Verschiebung von 7 bis 9 Grad fast direkt zu Beginn auf.“

Das California Climate Change Symposium fand am 24. und 25. August 2015 in Sacramento statt. Dessen Schlussfolgerung wurde in [der Titelschlagzeile des Daily Breeze vom 25 August 2015](#) vermeldet: „Kalifornische Klimaforscher schlagen beim Symposium Alarm: Es gibt keinen Ausweg.“

Susanne Moser, eine führende Klimaforscherin aus Santa Cruz, wurde im Artikel wie folgt zitiert: „Wir brauchen umwälzende Veränderungen. Wir brauchen nicht noch mehr Studien, sondern wir müssen die Dringlichkeit kommunizieren... Wir können nicht ewig weiter debattieren.“ Eine Wissenschaftlerin, die zugibt, dass wir zu einem bestimmten Thema nicht noch mehr Nachforschungen brauchen, ist völlig verblüffend.

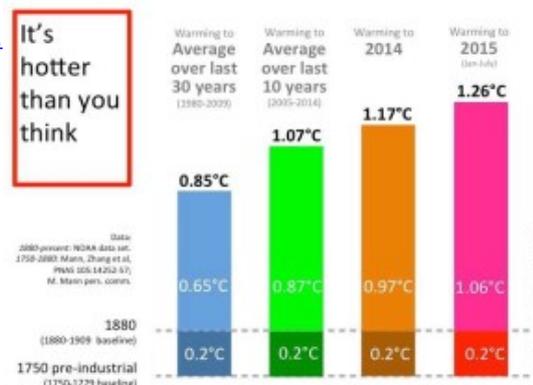
Phasen regionaler Erwärmung während der letzten 56000 Jahre wurden [am 7. August 2015 in Science beschrieben und führten zum erwarteten “unerwarteten” Ergebnis](#): “Überraschenderweise besteht zwischen schnellen, mit warmzeitlichen Ereignissen verbundenen Klimaveränderungen und dem regionalen Ersetzen / Aussterben wichtiger genetischer Kladen oder Arten von Megafauna ein starker Zusammenhang.” Kurz gesagt, [„es verheißt nichts Gutes für das zukünftige Überleben der Megafauna Populationen dieser Welt“](#). In dieser Studie bezieht sich Megafauna auf Tiere über 45 kg. Vergleichbar damit, jedenfalls der [Zusammenfassung eines Berichts vom 17. Juni 2016 in Science Advances](#) zufolge, „sind die Ursachen für das Aussterben der Megafauna des späten Pleistozäns (beginnend vor 60000 Jahren bis vor 11650 Jahren, nachfolgend bezeichnet mit 60 bis 11,65 ka (kiloanno od. tsd.)) weiterhin umstritten. Allerdings fallen die Hauptphasen sowohl mit der Ankunft des Menschen, als auch mit dem Klimawandel auf der ganzen Welt zusammen. Amerika bietet die einzigartige Gelegenheit, diese Faktoren zu entwirren, da die Besiedlung durch den Menschen innerhalb eines engen Zeitrahmens (~ 15 bis 14,6 ka) stattfand, jedoch während gegensätzlicher Temperaturentwicklungen auf jedem Kontinent... Wir können eine begrenzte Phase des Aussterbens der Megafauna vor 12.280 ± 110 Jahren identifizieren, etwa 1.000 bis 3.000 Jahre nach dem ersten Auftreten menschlichen Lebens in der Region. Obwohl die Menschen unmittelbar vor einer Kältephase ankamen, kam es erst nach dem Ende der Kaltzeit, dem [Antarktischen Kälterückfall](#), zu einem Aussterben und die anschließende Erwärmungsphase begann etwa ein- bis dreitausend Jahre später. Die dank des patagonischen Materials größere Datentiefe zeigt, dass die Abfolge von Klimaereignissen und Massensterben in Nord- und Südamerika zeitlich umgekehrt war, aber in beiden Fällen kam es erst zu einem Aussterben der Megafauna, als die Anwesenheit des Menschen und die Klimaerwärmung zusammenfielen.“

Wie von [Robert Scribbler](#) am 22. Mai 2014 berichtet, „stiegen die weltweiten Anomalien der Meeresoberflächentemperaturen auf erstaunliche +1,25 Grad Celsius über den bereits wärmeren Durchschnitt der Jahre 1979 bis 2000. Diese Abweichung liegt bei etwa 1,7 Grad Celsius über dem Niveau von 1880 ein außergewöhnlicher Wert, der signalisiert, dass die Welt möglicherweise in eine schnelle Erwärmungsphase eintritt.“ Im Juli 2015 war der Ton in [Scribblers Schriften alarmierend geworden](#) – im Einklang mit der Situation - obwohl er sich immer noch weigerte, die Möglichkeit des menschlichen Aussterbens zu akzeptieren, da er weiterhin [am 2° Celsius-Ziel](#) festhielt.



Jetzt, wo der abrupte Klimawandel ins wissenschaftliche Lexikon vorgedrungen ist, sind die entsetzlichen Nachrichten, [veröffentlicht in Science am 25. Juli 2014](#), nicht mehr zu übertreffen. „[Die Studie fand heraus, dass die Synchronisation zweier, regionaler Systeme genau dann begann, als sich das Klima schrittweise erwärmte. Nach der Synchronisation, entdeckten die Forscher wilde Schwankungen, die die Veränderungen noch verstärkten und sich innerhalb weniger Jahrzehnte zu einem abrupten Erwärmungsereignis von mehreren Grad steigerten.](#)“ Ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um „mehrere Grad innerhalb weniger Jahrzehnte“ erscheint mir und allen anderen mit einer Neigung zu Biologie problematisch. Wie acht Tage später in [Nature Climate Change](#) berichtet wurde, hat die rasche Erwärmung des Atlantiks, wahrscheinlich verursacht durch die globale Erwärmung, die pazifischen Äquatorial-Passatwinde mit einem Turbolader ausgestattet. Gegenwärtig haben die Winde ein noch nie in den Aufzeichnungen, die bis in die 1860er Jahre zurückreichen, dagewesenes Niveau erreicht. Wenn dieses Phänomen verschwindet, werden schnelle Veränderungen wahrscheinlich einen plötzlichen Anstieg der globalen, durchschnittlichen Oberflächentemperaturen beinhalten.

Ein [Bericht in Nature Communications vom 10. November 2015 meldet](#), dass die Geschwindigkeit vergangener Phasen des Klimawandels unterschätzt worden sein dürfte. Die Zusammenfassung kommt zu der Schlussfolgerung: „Eine Übersicht über 194 veröffentlichte, ozeanische und kontinentale Temperaturveränderungen vom Ordovizium (vor 476 Millionen Jahren) bis zur Gegenwart, liefert ein ganzheitliches Bild der tatsächlich möglichen Größenordnung und Geschwindigkeit von Erwärmungs- und Abkühlungsperioden entlang einer Reihe von Messzeit-



räumen im Verlauf der Erdgeschichte. Wir zeigen, dass Größenordnungen und Veränderungsrate der geologischen Temperaturen in dieser Zusammenstellung eine zeitliche Skalierung des Potenzgesetzes aufweisen, wodurch hervorgehoben wird, wie kurzfristig die Klimavariabilität unter dem Alias (sic) geologischer Daten erfolgt. Infolgedessen wird die tatsächlich mögliche Geschwindigkeit historischer Klimawandelereignisse häufig unterschätzt, was unser Verständnis der relativen Geschwindigkeit (und die Heftigkeit) des altertümlichen wie des jüngsten Klimawandels beeinträchtigt.“ In diesem Fall erzählt der Titel der Arbeit schon die ganze Geschichte: „Die höchstmöglichen Grade des Klimawandels werden in den geologischen Aufzeichnungen systematisch unterschätzt.“

Ein [Artikel, veröffentlicht am 9. März 2015 in der Onlineausgabe von *Nature Climate Change* legt nahe](#), dass wir am Rande eines „kurzfristigen Anstiegs der Temperaturänderungsrate“ stehen. In diesem Fall bedeutet dieses „kurzfristig“ bis 2020. Wie in der Zusammenfassung angegeben, „stellen wir fest, dass die Entwicklungen beim Ausstoß von Treibhausgasen und Aerosolen das Ökosystem der Erde nun in Richtung einer Ordnung bewegen, die in Bezug auf die Veränderungsrate über mehrere Jahrzehnte hinweg zumindest in den letzten 1.000 Jahren beispiellos ist.“ „Die Freisetzungsrate von anthropogenem Kohlenstoff ist in den letzten 66 Millionen Jahren beispiellos“, so der [Titel eines Aufsatzes aus der Onlineausgabe von *Nature Geoscience* vom 21. März 2016](#). Die [Zusammenfassung eines Artikels in *Science* vom 8. April 2016 folgert](#): „Die Klimaveränderungen während des PETM (Paläozän/Eozän-Temperaturmaximum) erfolgten über längere Zeiträume als die des anthropogenen Klimawandels. Die Auswirkungen des letzteren können daher sogar noch schwerwiegender sein.“

Denjenigen, die den abrupten Klimawandel leugnen, gehen die Argumente aus. Wir befinden uns mitten im abrupten Klimawandel. Dieses Ereignis hat höchste Priorität, wie in der oben genannten Veröffentlichung *Nature Communications* berichtet wird. Sogar Stimmen aus den Massenmedien kommen mittlerweile in der Realität des abrupten Klimawandels an. Ein Artikel in der Ausgabe vom 11. Januar 2016 des Magazins *The New Yorker* [weist auf die Schnelligkeit hin, mit der sich das Klima ändern kann](#), was zu einer großen Zahl toter Menschen führt: „Eine der wichtigsten Erkenntnisse der jüngsten Studien ist, dass sich das Klima schnell und unerbittlich ändern kann, wenn es sich ändert. Es ist möglich, dass während der Lebensspanne eines Menschen der Meeresspiegel steigt und Eisschelf abbricht, und wenn dies der Fall ist, kann nichts von dem, was als nächstes passiert, für selbstverständlich angesehen werden. Die klimatischen Aufzeichnungen sind voller plötzlicher Katastrophen.“ Laut einem [Bericht der Onlineausgabe von *Proceedings of the National Academy of Sciences* vom 22. Februar 2016](#) schreitet der Anstieg des Meeresspiegels mit der höchsten Geschwindigkeit in den letzten 28 Jahrhunderten voran. Und laut einem [Bericht der Onlineausgabe von *Geophysical Research Letters* 7. März 2016](#) werden rekordverdächtige heiße Jahre demnach bereits seit den 1930er Jahren dem anthropogenen Klimawandel zugeschrieben.

Wie das [Grist Magazin am 6. Juli 2016 titelte](#), "hofft New York City, dass eine drei Meter hohe Mauer es vor dem steigenden Meeresspiegel retten kann." Ich würde weder auf Hoffnung, noch auf Gebete oder Einhörner setzen. Und New York City wird in den kommenden Jahren aufhören zu existieren.

[Einem Artikel in Earth System Dynamics, veröffentlicht am 10. März 2016 zufolge werden Geo-Ingenieure nicht in der Lage sein, mit dem ansteigenden Meeresspiegel fertig zu werden](#). Der vorgeschlagene Ansatz, Wasser aus dem Meer zu pumpen und als Eis auf dem antarktischen Kontinent zu speichern, wird den Anstieg des Meeresspiegels nicht hinauszögern. Solange das Meerwasser nicht über enorme Entfernungen mit enormen Energiekosten gepumpt wird, beschleunigt die Strategie nur den Fluss der Gletscher und alles landet wieder im Meer.

Eine Studie, [veröffentlicht am 10. November 2015 in Nature Communications](#), präsentiert "geomorphologische Daten, die die Existenz eines großen vergrabenen Paläodrainage-Netzwerks an der mauretanischen Küste belegen." Am gleichen Tag stand in einem [Artikel im Guardian zu lesen](#): „Unter dem ausgetrockneten Sand Mauretaniens wurde ein riesiges Flussnetz entdeckt, das einst über Hunderte von Kilometern Wasser durch die Westsahara führte.... Möglicherweise ist vor 5.000 Jahren zuletzt Wasser durch die Kanäle geflossen.“ Der *Guardian* zitiert Russell Wynn vom National Oceanography Centre in Southampton, der an dieser Studie nicht beteiligt war: „Menschen können den Klimawandel, und wie schnell er abläuft, manchmal nicht begreifen.“

Ein Artikel in der Printausgabe der Zeitschrift *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, der voraussichtlich im Februar 2016 erscheinen wird, [berichtet von einem massiven Verlust an Eis in der Eishöhle des Mauna Loa auf Hawaii](#). Die Eishöhle wurde 1978 vermessen und 2011 von den Autoren dieser Studie wiederentdeckt. Umfangreiche Messungen zwischen 2011 und 2014 werden in der Zusammenfassung wie folgt zusammengefasst: „Das ewige Eis blockiert immer noch die Lavaröhre am abschließenden Ende, aber eine früher vorhandene, große Eisfläche (ca. 260 Quadratmeter) ist mittlerweile verschwunden. Ein sekundäres Mineral, das sich an den Höhlenwänden abgelagert hat, wird als Ergebnis früherer, dauerhafter Eishöhe gedeutet.“

Laut einem [Artikel der Hawaii News Now vom 28. Dezember 2015](#), enthielt ein 1978 im *Limestone Ledger* veröffentlichter Artikel eine akribische Karte der 656 Fuß langen Höhle und wichtige Informationen darüber, wo dauerhaftes Eis gefunden wurde. Nach der Lektüre fiel den Forschern jedoch schnell etwas auf: Die Untersuchung von 1978, die Fotos enthielt, zeigte eine zusammenhängende, begehbare Eisfläche (bekannt als „Eisbahn“) und große Eisblöcke. Im Gegensatz dazu zeigte die neue Untersuchung der Höhle durch das Team weit weniger dauerhaftes Eis. Das Team sagte,

dass die "Eisbahn" verschwunden war, als sie ihre mehrjährige Analyse durchführten. Alle damals bekannten Eisblöcke waren ebenfalls weggeschmolzen. Und die Eisflächen an den Wänden sind jetzt eher saisonal als ganzjährig. Kurz gesagt, das Forscherteam stellte fest, dass in drei Jahrzehnten ein Großteil des Eises in der Eishöhle verschwunden war.

Ein [Bericht in der Onlineausgabe von Nature Geoscience vom 4. Januar 2016](#) verdeutlicht noch mehr den raschen Fortschritt der gegenwärtigen Veränderungen des atmosphärischen Kohlendioxidgehalts im Vergleich zu früheren Ereignissen, sogar derjenigen, von den man lange glaubte, dass sie durch rasche Veränderungen charakterisiert sind. „Während des [ozeanischen, anoxischen Ereignisses](#) im Aptium vor etwa 120 Millionen Jahren, ... trat der Anstieg der CO₂-Konzentrationen über mehrere Zehn- bis Hunderttausend Jahre hinweg auf.“ Der Vorstellung, dass sich dieses Ereignis sehr schnell ereignete, [widerspricht der Hauptautor des Berichts](#): „Die Veränderung scheint jedoch viel langsamer, über Hunderttausende von Jahren, abgelauften zu sein, nicht wie heute nur über Jahrhunderte, in denen die menschliche Aktivität den atmosphärischen Kohlendioxidgehalt erhöht.“ Mit anderen Worten "schnell" in Bezug auf prähistorische, fossile Aufzeichnungen ist nichts im Vergleich zu heute.

Ein Artikel in der Ausgabe vom 3. Februar 2016 von *Nature* findet den lang gesuchten "schlagenden Beweis" in Bezug auf die Kohlenstoffspeicherung in der Tiefsee. Wie sich herausstellt, [wurde Kohlenstoff in den Tiefen des südlichen Ozeans gespeichert, als der atmosphärische Kohlendioxidgehalt recht niedrig war](#). Eine weitere Bestätigung wurde [am 9. Mai 2016 von Nature Communications veröffentlicht](#): In den vergangenen 800.000 Jahren der Klimageschichte gingen die Übergänge von Eiszeiten und Phasen der Eisschmelze immer mit einer signifikanten Reduzierung des Kohlendioxidgehalts in der Atmosphäre einher. Es fiel dann von 280 auf 180 ppm (parts per million). Woher diese große Menge Kohlendioxid kam und durch welche Prozesse das Treibhausgas wieder in die Atmosphäre gelangte, ist umstritten. Der genannte Aufsatz berichtet über ein großes Kohlendioxid-Reservoir in einer Tiefe von 2000 bis 4300 Metern im Südpazifik und rekonstruiert die Details seiner Gasemissionsgeschichte.

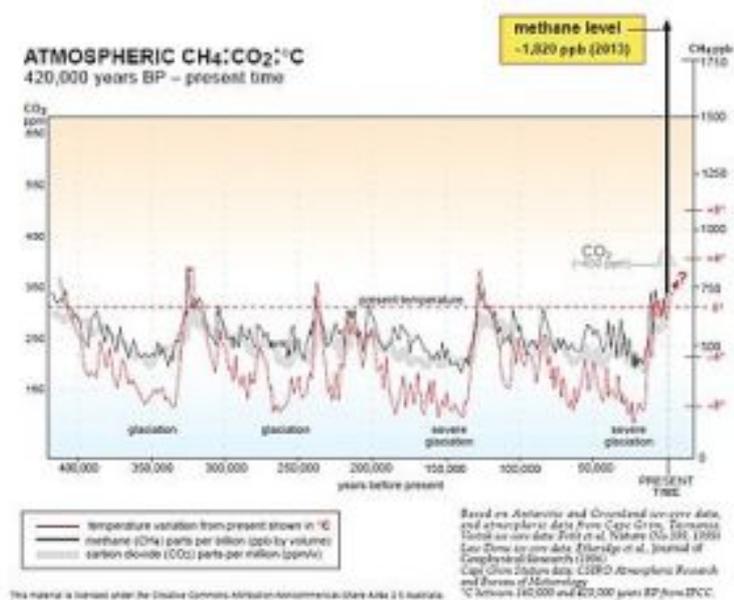
Gesamtdarstellung des Aussterbens

Wenn Sie zu beschäftigt sind, um die unten aufgeführten Beweise zu lesen, hier nur das Fazit: Auf einem Planeten, der 4° Celsius heißer ist, als am Ausgangspunkt (d.h. zu Beginn der industriellen Revolution, allgemein als 1750 anerkannt), ist alles was wir tun können, uns auf das Aussterben des Menschen vorzubereiten ([Oliver Tickells 2008 Darstellung im Guardian](#)). Tickell verfolgt dabei einen konservativen Ansatz, da Menschen niemals bei einer globalen Temperatur von 3,3° Celsius über dem Ausgangspunkt oder noch darüber lebten. Ich kann mir kein Szenario vorstellen, in dem die globale Durchschnittstemperatur so rapide ansteigt und gleichzeitig der Lebensraum für den Menschen erhalten bleibt. Auch der australische Klimaforscher Clive Hamilton, [legt man seine Antwort vom 17. Juni 2014 auf Andrew Revkins, auf reiner Phantasie basierendem Hopium zugrunde](#), kann dies nicht. Laut dem Bericht der [Weltbank von 2012](#), „Dreht die Heizung herunter: Warum eine 4° Celsius wärmere Welt vermieden werden muss“ und einer [fundierten Einschätzung](#) des [“BP Energie Prognose 2030”](#), die Barry Saxifrage für den *Vancouver Observer* zusammengestellt hat, führt unser Weg direkt zur 4°-Celsius-Marke. Die konservative Internationale Energieagentur wirft in [diesem Video vom Juni 2014](#) (ab der 25. Minute) bezüglich der Vermeidung der 4°-Celsius-Marke das Handtuch. Auf der 19. Konferenz der Vertragsstaaten der UN-Klimarahmenkonvention (COP 19), die im November 2013 in Warschau, Polen, stattfand, warnte Klimaprofessor Mark Maslin: „Deshalb planen wir bereits für eine Welt mit 4° Celsius: Weil wir uns genau darauf zubewegen. Ich kenne keine Wissenschaftler, die das nicht glauben.“ Unter den angesehenen Klimawissenschaftlern, die eine um 4° Celsius wärmere Welt für unvermeidlich halten, die ausschließlich auf atmosphärischem Kohlendioxid basiert, ist auch der Professor Dr. Peter Wadhams, Professor für Ozeanphysik und Leiter der Abteilung für die Physik des Arktischen Ozeans der Abteilung für Angewandte Mathematik an der Universität von Cambridge. Er sagt (nach 51 Sekunden in diesem Video [vom 8. August 2014](#)): „Das Kohlendioxid, das wir in die Atmosphäre abgeben und das jetzt 400 ppm übersteigt, reicht bereits aus - wenn nicht noch mehr hinzugefügt wird - um die globalen Temperaturen am Ende tatsächlich um etwa vier Grad zu erhöhen.“ Das Elend des Planeten wird durch dieses [Thesenpapier vom 16. Dezember 2013 aus Proceedings of the National Academy of Sciences noch vergrößert, da es zu dem Schluss kommt](#), dass die irdische Vegetation bei 4° Celsius nicht mehr in der Lage ist, atmosphärisches Kohlendioxid zu binden. [Ein Artikel vom 6. Dezember 2015 der Washington Post](#) **besagt**: „Ohne Eingreifen der Regierung, [sagten] Experten von Exxon, werden die Durchschnittstemperaturen relativ sicher um katastrophale (deren Wortwahl, nicht meine) 5° Celsius steigen, wobei auch Anstiege von 6 oder 7 Grad oder sogar noch mehr durchaus möglich sind.“

Ich bin mir nicht sicher, was es bedeuten soll, für 4° Celsius (auch bekannt als Aussterben) zu planen. Ich bin auch nicht beeindruckt, dass zivilisierte Wissenschaftler behaupten, dafür zu planen. Aber ich weiß, dass wir menschliche Tiere sind, und ich weiß, dass Tiere Lebensraum benötigen, um zu überleben. Wenn es keine Möglichkeit mehr gibt, Nahrung anzubauen oder die Trinkwasserversorgung sicherzustellen, werden die Menschen von der Bühne des Planeten abtreten, wie schließlich auch

der wissenschaftliche Mainstream realisierte. [Science vom 2. Oktober 2015](#): Eine stabile Nahrungskette war entscheidend für die wenigen Arten, die das schlimmste Massensterben in der Geschichte des Planeten überlebten. Selbst 10-Jährige wissen, dass der Klimawandel in den Startlöchern steht, um das Aussterben der Menschheit auszulösen, wie [in diesem kurzen Video angedeutet wird](#), das am 16. November 2015 gepostet wurde. Auch [Wikipedia akzeptiert die Beweise für das bevorstehende Aussterben des Menschen, wie die Bildunterschrift der unten stehenden Abbildung zeigt](#).

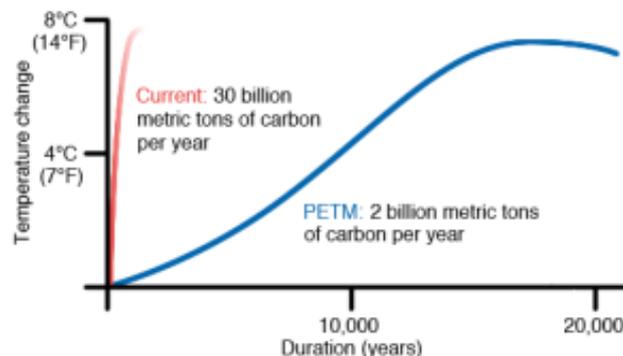
[Laut Colin Goldblatt](#), Autor einer [Studie, die am 28. Juli 2013 in der Onlineausgabe von Nature Geoscience veröffentlicht wurde](#), ist „der außer Kontrolle geratene Treibhauseffekt möglicherweise viel einfacher anzustoßen, als bisher angenommen.“ Darüber hinaus wurde [in der Ausgabe von Science vom 1. August 2013 darauf hingewiesen](#), dass sich in naher Zukunft das Erdklima schneller ändern wird als jemals zuvor in den letzten 65 Millionen Jahren. Dies eingeschlossen und ohne Berücksichtigung der großen und wachsenden Anzahl von sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekten, die wir in der letzten Zeit ausgelöst haben, lässt es [der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 5° Celsius vor 55 Millionen Jahren in einer Zeitspanne von nur 13 Jahren](#) (im Folgenden stark untermauert durch [diesen Artikel aus der Onlineausgabe von Nature Geoscience vom 15. Dezember 2014](#) und dann in Frage gestellt von [diesem Artikel aus dem Januar 2015](#)) so aussehen, als stünden dem weisen Affen schwere Zeiten bevor. Diese Schlußfolgerung ignoriert auch noch das [langlebige, unglaublich starke Treibhausgas, das am 9. Dezember 2013 von Forschern der Universität von Toronto entdeckt wurde](#): Perfluortributylamin (PFTBA) ist als Treibhausgas in der Atmosphäre 7100-mal stärker als Kohlendioxid und bleibt dort Hunderte von Jahren. Sie ignoriert auch die Unumkehrbarkeit des Klimawandels: [Die Erdatmosphäre wird mindestens für die nächsten 1.000 Jahre das derzeitige Erwärmungspotenzial der atmosphärischen Kohlendioxidkonzentration aufweisen](#), wie uns am [28. Januar 2009 die Proceedings of the National Academy of Sciences](#) nahelegt. Die maritime Situation ist ähnlich katastrophal: [Die](#)



Ein CO2 Level von 550 ppm korreliert mit einem Anstieg der Temperatur um 9 Grad, der in früheren Zeiten gereicht hat, um sich selbst verstärkende, klimatische Rückkopplungseffekte auszulösen, die zum Massensterben an der Perm-Trias-Grenze führten, das etwa 95% aller Arten auslöschte. Noch besorgniserregender ist, dass das derzeitige Level von atmosphärischem Methan (>1820ppb) das kurz bevorstehende Aussterben der Menschheit nahe legt.

Titelschlagzeile des Guardian vom 16. Juli 2015 schreit geradezu: „Erwärmung der Ozeane durch den Klimawandel ist nicht mehr aufzuhalten, sagen US-Wissenschaftler“ als Antwort auf den jährlichen Klimabericht 2014. Laut einem Artikel, der in der Ausgabe vom 3. August 2015 von *Nature Climate Change* veröffentlicht wurde, „wurde die Entfernung von Kohlendioxid (CDR) aus der Atmosphäre vorgeschlagen, um die globale Erwärmung und die Übersäuerung der Ozeane zu mildern. ... Wenn wir uns auf pH-Wert, Temperatur und gelösten Sauerstoff konzentrieren, stellen wir fest, dass die CO₂-Emissionen der Vergangenheit auch nach mehreren Jahrhunderten des CDR-Einsatzes eine erhebliche Hinterlassenschaft in der Meeresumgebung darstellen würden. Mit anderen Worten, selbst wenn es möglich wäre, würde es nicht ausreichen, um den erlittenen Schaden der Ozeane zu überwinden.“

Schließlich und viel zu spät wirft der New Yorker am 5. November 2013 eine relevante Frage auf: Ist es zu spät, um sich auf den Klimawandel vorzubereiten? Die Geological Society of London schließt sich der "Zu-wenig-zu-spät-Bande" mit der Feststellung vom 10. Dezember 2013 an, dass das Erdklima möglicherweise doppelt so empfindlich gegenüber atmosphärischem Kohlenstoff ist, wie bisher angenommen. Der New Scientist legt im März 2014 noch nach, als er feststellt dass die Erwärmung des Planeten weitaus empfindlicher auf die atmosphärische Kohlendioxidkonzentration reagiert als in früheren Berichten angegeben. Wie gewohnt und auch erwartet, erreichten die Kohlendioxidemissionen 2013 erneut einen Rekordwert, im fünftheißensten Jahr seit Bestehen (seit 1850). Das Gleiche gilt für 2014 und 2015, die neuen Hitzerekordhalter aller Zeiten. Die vorherigen drei heißesten Jahre (2010, 2005 und 2007) waren von El Niño-Ereignissen beeinflusst, die eine kurzfristige Erwärmung der Erdatmosphäre verursachten.



Änderungsrate der Temperatur heute (rot) und im PETM (blau). Die Temperatur stieg im PETM aufgrund der langsamen Freisetzung von Treibhausgasen (etwa 2 Milliarden Tonnen pro Jahr) stetig an. Heute werden durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe jedes Jahr 30 Milliarden Tonnen Kohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt, was zu einem unfassbaren Temperaturanstieg führt.

Abbildung von:

<http://www.wunderground.com/climate/PETM.asp?>

MR=1

Gibt es einen Ausweg? Alle oben genannten Informationen enthalten noch nicht einmal die exzellente Arbeit von Tim Garrett, die darauf hinweist, dass nur ein [vollständiger Zusammenbruch den außer Kontrolle geratenen Treibhauseffekt noch verhindern kann](#). Zu diesem Ergebnis kam Garrett in einem Artikel, der 2007 eingereicht wurde (persönliche Mitteilung) und [im November 2009 online von Climatic Change veröffentlicht wurde](#) (Der Aufschrei von kultivierten Wissenschaftlern zögerte die offizielle Veröffentlichung bis Februar 2011 hinaus). Der Artikel wird von der wissenschaftlichen Gemeinschaft nach wie vor weitgehend ignoriert (seit seiner Veröffentlichung weniger als dreißig Mal zitiert). Unterstützung fand Garretts Arbeit schließlich in der breiteren wissenschaftlichen Community mit einem [Artikel, der in der Online-Ausgabe der Proceedings of the National Academy of Sciences vom 15. Juli 2015 veröffentlicht wurde](#). Eine spätere Antwort auf Garretts Arbeit war jedoch die zu erwartende, wie in [einem Artikel in der Ausgabe von Nature Climate Change vom 4. April 2016 erläutert wird](#): „Dies unterstreicht die Wichtigkeit der Aufrechterhaltung des Wirtschaftswachstums in einer Welt mit limitierten CO₂-Emissionen und der Senkung der Kosten von Auffang-Maßnahmen, wie der groß angelegten CO₂-Entfernung, in jeder ambitionierten, den Verbrauch maximierenden Strategie zur Begrenzung des Spitzenwertes.“

Ted Turner ging Garrett dabei Änderungsrate der Temperatur heute (rot) und im PETM (blau). Die Temperatur stieg im PETM aufgrund der langsamen Freisetzung von Treibhausgasen (etwa 2 Milliarden Tonnen pro Jahr) stetig an. Heute werden durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe jedes Jahr 30 Milliarden Tonnen Kohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt, was zu einem unfassbaren Temperaturanstieg führt. Abbildung von: <http://www.wunderground.com/climate/PETM.asp?MR=1> voraus. darauf hin, dass die weitere Verbrennung [Am 2. April 2008 wies er in der Charlie Rose Show](#) fossiler Brennstoffe "Selbstmord ist."

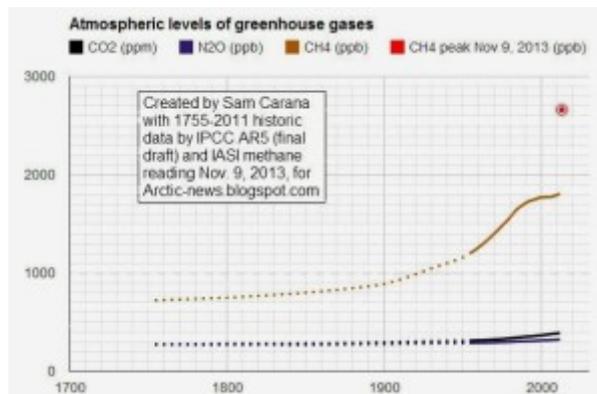
[Laut Yvo de Boer](#), Exekutivsekretär der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen im Jahr 2009, als die Versuche, auf dem Klimagipfel in Kopenhagen eine Einigung zu erzielen, am Bruch zwischen industrialisierten Nationen und Entwicklungsländern scheiterten, „ist der einzige Weg, dass eine Einigung 2015 das 2-Grad-Ziel noch erreichen kann, die gesamte Weltwirtschaft zum Erliegen zu bringen.“ Die Politiker sind endlich auf dem Stand von Tim Garretts hervorragender Arbeit über den *Klimawandel* angekommen.

In einem [Interview mit der Novemberausgabe 2015 von The Atlantic](#), erklärte der reichste Mann der Welt, Bill Gates, dass der Privatsektor zu egoistisch und ineffizient sei, um effektive Energiealternativen zu fossilen Brennstoffen zu produzieren. Und gerade er sollte es wissen.

[Die Associated Press titelt am 1. Dezember 2014](#): „Klimagelder für Kohle unterstreichen das Fehlen von Regelungen durch die UN.“ Der Artikel hebt die Schwierigkeiten hervor, mit dem Einsatz von Mitteln, die mit der industriellen Zivilisation verknüpft

sind, eine von dieser industriellen Zivilisation verursachte Notlage zu bewältigen: "Klimafinanzierung ist von entscheidender Bedeutung für jedweden globalen Klimavertrag und die reichen Länder haben dafür im Hinblick auf die UN-Klimagespräche, die am Montag in Lima, Peru, wieder aufgenommen werden, Milliarden Dollar zugesagt. Allerdings gibt es keine überwachende Behörde, die sicherstellt, dass das Geld so effektiv wie möglich ausgegeben wird. Es gibt nicht einmal eine einheitliche Definition, was Klimafinanzierung überhaupt ist." Das Fazit dieses Artikels: Etwa eine Milliarde Dollar, die zur Eindämmung des Klimawandels vorgesehen war, wurde für die Finanzierung von Kohlekraftwerken verwendet, den schlimmsten Kohlendioxidemittenten der Welt.

In einem Bericht für die Arctic News Group [schlußfolgert John Davies](#): „Die Welt steht wahrscheinlich am Beginn eines außer Kontrolle geratenen Treibhauseffektes, der noch vor 2040 das Leben der meisten Menschen auf der Erde beenden wird.“ Er betrachtet nur die atmosphärische Kohlendioxidkonzentration, und nicht auch noch die vielen, sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekte, die weiter unten beschrieben werden. Sam Carana befasst sich am 28. November 2013 nur mit einem dieser Rückkopplungseffekte - der Methanfreisetzung aus dem Arktischen Ozean -[und erwartet globale Temperaturanomalien von bis zu 20° Celsius bis 2050](#) (eine Anomalie ist eine Fehlentwicklung oder Abweichung vom langfristigen Durchschnitt). Es ist kein Wunder, dass atmosphärisches Methan angesichts seines dramatischen Anstiegs in den



letzten Jahren eine solche globale Katastrophe auslösen kann, wie [Carana am 5. Dezember 2013 in der folgenden Abbildung erläutert hat](#).

Sollten wir also glauben, dass unsere ungemein weite, geographische Verbreitung es uns ermöglichen könnte, das Aussterben zu vermeiden, rückt [diese Überschrift eines Artikels vom 1. August 2015 in Nature Communications](#) die Dinge ins rechte Licht: „Die geografische Verbreitung hat am Ende der Trias-Krise keine Resilienz für das Aussterben von Landwirbeltieren geschaffen.“ Die Studie bezieht sich dabei auf ein Massensterben vor etwa 200 Millionen Jahren. Auch eine Änderung unserer Ernährungsgewohnheiten wird nicht helfen.

Eine [am 24. November 2015 in Environment Systems and Decisions veröffentlichte Studie besagt](#), dass die Umstellung von einer typischen US-amerikanischen auf eine gesündere Ernährung auf der Grundlage der USDA-Ernährungsrichtlinien von 2010 die Umweltzerstörung nur beschleunigen wird. Es scheint, dass auch Vegetarismus Folgen nach sich zieht, insbesondere einen großen CO₂-Fußabdruck. In diesem Fall führt die Umstellung von „typisch“ auf „empfohlen“ zu einem Anstieg des Energieverbrauchs um 43%. „Dies ist in erster Linie auf die USDA-Empfehlung für eine höhere Kalorienaufnahme durch Obst, Gemüse, Milchprodukte und Fisch/Meeresfrüchte zurückzuführen, die pro Kalorie einen relativ hohen Ressourcenverbrauch haben und hohe Emissionen freisetzen.“ Außerirdische werden uns wahrscheinlich auch nicht vor uns selbst retten. Ein [Artikel in Astrobiology vom 20. Januar 2016 weist darauf hin](#), dass das Leben auf anderen Planeten wahrscheinlich kurz wäre und sehr schnell aussterben würde.

Umgekippt

Beim Thema Kippunkte haben wir 2007 bei ca. 0,76 Grad Erwärmung bereits den Rubikon überquert. Zu diesem Zeitpunkt hatte laut David Spratts ausgezeichnetem [Bericht vom September 2013 \(„Ist das Klima bereits gefährlich?“\)](#), nicht nur das arktische Meereis seinen Kippunkt überschritten, sondern auch die grönländische Eiskecke war kurz davor, ihn zu erreichen. Währenddessen bewegte sich auch die Arktis auf ein eisfreies Meer im Sommer zu (die [U.S. Navy prognostiziert eine eisfreie Arktis im Sommer 2016](#)). Der Glaziologe Jason Box, ein Experte für grönländisches Eis, stimmt zu, dass die Situation düster ist. Box wurde [am 5. Dezember 2012 in einem Artikel des Guardian zitiert](#): „Im Jahr 2012 überschritt Grönland eine Schwelle, an der zum ersten Mal eine vollständige Oberflächenschmelze in den höchsten Lagen der sogenannten Trockenschneezone auftrat. ... Wenn also Grönland die Schwelle überschreitet und die Schmelze in den oberen Höhen wirklich beginnt, wird es sich nicht wirklich davon erholen, außer das Klima kühlt über einen längeren Zeitraum deutlich ab, was im Moment aber nicht sehr wahrscheinlich ist.“ (Im Januar 2013 [zog Box die Schlussfolgerung](#), dass ein Anstieg des Meeresspiegels um 69 Fuß - 21 Meter - unumgänglich ist.) Ein Bericht [in Science vom 10. Juli 2015 stellt fest](#), dass ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 1° bis 2° Celsius mehrmals zu einem raschen Anstieg des Meeresspiegels während der letzten 3 Millionen Jahre beigetragen hat. Tatsächlich haben sich, [wie in Global Policy im September 2013 angegeben](#), „wegen der durch Treibhausgasemissionen erhöhten Temperaturen eine Reihe von sich selbst verstärkenden Rückkopplungsmechanismen, wie z.B. massive Methanleckagen aus dem Arktischen Ozean, in Gang gesetzt und sind wahrscheinlich nicht mehr aufzuhalten.“ Im [Dezember 2013 hatte sich das Abschmelzen des grönländischen Eises im Vergleich zu den vorherigen Jahren verfünffacht, und das IPCC räumte ein, dass seine früheren Schätzungen viel zu konservativ waren](#). Fortgesetzter Konservatismus wird auch durch Forschungsergebnisse untermauert, [die am 16. März 2014 in Nature Climate Change veröffentlicht wurden](#), und aufzeigen, dass das Abschmelzen des grönländischen Eises etwa ein Sechstel des jüngsten Anstiegs des Meeresspiegels ausmacht und weiterhin durch Forschungser-

gebnisse aus der [Nature Geoscience vom 18. Mai, die belegen](#), dass Grönlands eisige Regionen durch warmes Meerwasser infolge des Klimawandels weitaus verwundbarer sind, als gedacht. [In der Online-Ausgabe der Science vom 12. November 2015 erschien ein Artikel mit dem Titel: "Schneller Rückzug des Zachariæ Isstrøm im Nordosten Grönlands."](#) Die Zusammenfassung lautet: „Nach acht Jahren des Zerfalls seines Schelfeises trat der Zachariæ Isstrøm, ein bedeutender Gletscher im Nordosten Grönlands, der das Eis-Äquivalent für einen Anstieg des Meeresspiegels um 0,5 Meter besitzt, im Herbst 2012 in eine Phase des beschleunigten Rückzugs ein. Die Beschleunigungsrate seiner Eisgeschwindigkeit verdreifachte sich, das Abschmelzen des verbleibenden Eisschelfs und die Ausdünnung des auf Land aufliegenden Teils verdoppelten sich und an seiner Aufsetzlinie kalbt er mittlerweile. Wärmere Luft- und Meerestemperaturen verursachten die Ablösung des Gletschers seiner stabilisierenden Schwelle und seinen schnellen Rückgang entlang eines abfallenden, maritimen Bettes. Sein Nachbar gleichen Volumens, der Nioghalvfjerdingsfjorden, schmilzt ebenfalls schnell ab.“ [In einem Artikel in The Cryosphere vom 18. November 2015 wird darauf hingewiesen](#), dass in Grönland, aufgrund der raschen Erwärmung des Klimas, die Intensität der Sommerschmelze nicht mehr um ihren langfristigen Mittelwert schwankt, sondern stattdessen früher außergewöhnliche Ereignisse zur Normalität werden. [Laut einer Veröffentlichung in der Ausgabe von Climate of the Past vom 4. Dezember 2015 ziehen sich](#) die Gletscher Grönlands mindestens doppelt so schnell zurück, wie zu jeder Zeit in den vergangenen 9.500 Jahren. Die Studie liefert auch neue Beweise dafür, wie empfindlich Gletscher auf die Temperatur reagieren, und zeigt, dass sie auf vergangene abrupte Abkühlungs- und Erwärmungsperioden reagierten, von denen einige möglicherweise nur Jahrzehnte dauerten. Eine Studie, [veröffentlicht am 16. März 2016 in Geophysical Research Letters](#) kommt zu dem Ergebnis, dass Klimamodelle, die üblicherweise zur Simulation des Abschmelzens der grönländischen Eisdecke verwendet werden, dazu neigen, die Auswirkungen außergewöhnlich warmer Wetterepisoden auf die Eisdecke zu unterschätzen. Die Studie untersuchte die Ursachen von Eisschmelze während zweier außergewöhnlicher Schmelzepisoden im Jahr 2012, die vom 8. bis 11. Juli und vom 27. bis 28. Juli auftraten. Während dieser außergewöhnlichen Schmelzepisoden, die als Analogie zum zukünftigen Klima angesehen werden können, war die Eisdecke ungewöhnlich wärmer und feuchter Luft ausgesetzt. Während einer Episode maßen die Forscher das Abschmelzen der Eisschicht mit mehr als 28 cm pro Tag, die höchste tägliche Schmelzrate, die jemals auf einer Eisschicht dokumentiert wurde. Während die beiden kurzen Schmelzepisoden zusammen nur 6 Tage oder 6% der Schmelzperiode dauerten, trugen sie zu 14% der Gesamtschmelze bei.

Wie ich es erwartet habe, wird in einem [Artikel in der Online-Ausgabe der Proceedings of the National Academy of Sciences vom 25. Januar 2016 berichtet](#), dass frühere Forschungen zu den Auswirkungen des Klimawandels die Wärmeausdehnung aufgrund der Erwärmung des Ozeans unterschätzt haben. Tatsächlich ist die Wärmeausdehnung in den letzten 12 Jahren etwa doppelt so groß wie bisher angenommen.

Weiter stellt ein Forschungsbericht, [veröffentlicht in *Geophysical Research Letters* am 13. Juni 2014](#), zum Thema nördliches Eis fest, dass eine eisfreie Arktis wahrscheinlich ein schnelles Abschmelzen des grönländischen Eises verursachen wird. In der *Newsweek* vom 10. August 2015 heißt es: „National Geographic hat seinen Atlas aufgrund der schmelzenden Arktis neu gezeichnet.“ Zwischen 1999 und 2014 verringerte sich die Ausdehnung des arktischen Eises um etwa zwei Drittel. Ein in [Science Advances am 4. Dezember 2015 veröffentlichter Artikel](#) entkräftet die Argumente der Leugner des Klimawandels noch zusätzlich und hebt hervor, dass die sogenannte mittelalterliche Warmzeit nicht besonders warm war und die Erwärmung zudem auf den östlichen Nordatlantik beschränkt war. [In der Ausgabe der Washington Post vom 4. Januar 2016 heißt es:](#) „Steigende globale Temperaturen könnten die grönländische Eisdecke - und ihren Beitrag zum Anstieg des Meeresspiegels - ernsthafter beeinflussen, als Wissenschaftler es sich vorgestellt haben, so eine neue Studie. Die jüngsten Veränderungen der Schnee- und Eisdecke der Insel scheinen die Fähigkeit der Insel, überschüssiges Wasser zu speichern, zu beeinträchtigen, was bedeutet, dass möglicherweise mehr Eis schmilzt und in den Ozean fließt als bisher angenommen. ... Die... Studie... konzentriert sich auf den Teil der Eisdecke, der als „Firn“ bezeichnet wird - eine poröse Schneesicht, die mit der Zeit langsam zu Eis gefriert.“ Die Zusammenfassung des betrachteten Papiers, die am 4. Januar 2016 online in *Nature Climate Change* veröffentlicht wurde, [enthält diese abschließenden Sätze:](#) „Unsere Beobachtungen beziehen sich auf die letzten außergewöhnlichen Schmelzsommer 2010 und 2012 und zeigen signifikante Änderungen der Firnstruktur in verschiedenen Höhenlagen, die durch aufeinanderfolgende intensive Schmelzereignisse verursacht wurden. In den oberen Regionen (mehr als 1.900 m über dem Meeresspiegel) hat der Firn eine erhebliche Verdichtung erfahren, während in tieferen Lagen, in denen die Schmelze am häufigsten vorkommt, poröser Firn den größten Teil seiner Fähigkeit verloren hat, Schmelzwasser zurückzuhalten. Hier erschwert die Bildung oberflächennaher Eisschichten den Zugang zu tiefen Porenräumen, was das Schmelzwasser dazu zwingt, in ein effizientes Abflusssystem an der Oberfläche einzudringen, und den Massenverlust der Eisdecke, früher als zuvor vermutet, verstärkt.“

Das Schmelzen des grönländischen Eises ist laut einem [Artikel in der Ausgabe des Journal of Climate vom 26. Februar 2016](#) mit dem Schrumpfen des arktischen Meereises verbunden. Insbesondere das Schmelzen des arktischen Meereises begünstigt stärkere und häufiger auftretende, blockierende Hochdrucksysteme, die im Uhrzeigersinn drehen, weitgehend in Position bleiben und verhindern können, dass kalte, trockene kanadische Luft im Sommer Grönland erreicht. Dieses Phänomen verstärkt den Fluss warmer, feuchter Luft über Grönland und trägt so zu häufigeren extremen Hitzeereignissen und zum Schmelzen des Oberflächeneises bei.

Ein [Artikel in der Ausgabe von Nature Communications vom 9. Juni 2016 enthält Daten aus der Schmelzsaison 2015](#). Unter dem Titel "Ein abgeschnittenes, arktisches Hoch steuert die polwärts gerichtete Verschiebung eines neuen grönländischen Schmelzrekords", heißt es in der Zusammenfassung: "Wir zeigen, dass das Fortbe-

stehen eines außergewöhnlichen atmosphärischen Kamms über dem Arktischen Ozean für eine polwärts gerichtete Verschiebung des Abflusses, die Albedo und die Oberflächentemperatur-Rekorde über Grönland im Sommer 2015 verantwortlich war.“ Diese Feststellung steht im Einklang mit Jennifer Francis' seit langem verunglimpfter Vorstellung vom schleifenförmigen, welligen Jetstream. Die Zusammenfassung des Berichts kommt zu dem Schluss: „Die beispiellosen (1948–2015) und anhaltenden atmosphärischen Bedingungen förderten einen verstärkten Abfluss, erhöhten die Oberflächentemperaturen und verringerten die Albedo im nördlichen Grönland, während sie das Schmelzen im Süden behinderten, wo in den letzten zehn Jahren neue Schmelzrekorde aufgestellt wurden.“

Laut einer [Studie, die am 8. April 2016 in der Fachzeitschrift *Science Advances* veröffentlicht wurde](#), verändern schmelzende Eisflächen, insbesondere in Grönland, die Gewichtsverteilung auf der Erde. Infolgedessen haben sowohl der Nordpol als auch das Wackeln, das als polare Bewegung bezeichnet wird, den Kurs geändert. Der Nordpol ist auf der Flucht. Er hat eine scharfe Wendung nach Osten genommen.

Eis ist wichtig. [„Kleine Schwankungen in der Größe der Eisdecke während der letzten Eiszeit, reichten aus, um den abrupten Klimawandel auszulösen,“](#) heißt es [in der Ausgabe von *Nature* vom 13. August 2014](#). In [*Nature Communications* vom 25. September 2014](#) heißt es, dass Eisflächen, wenn der Prozess einmal angefangen hat, jahrhundertlang schmelzen. Es überrascht nicht, dass spätere Veröffentlichungen in der [Ausgabe des *Environmental Research Letters* vom 10. Oktober 2014](#) und auch in der [Ausgabe von *Nature* vom 14. Januar 2015](#) darauf hinweisen, dass alle früheren Arbeiten zum Thema Meeresspiegelanstieg konservativ waren. Darüber verlangsamt sich der Anstieg des Meeresspiegels erheblich, da der zusätzliche Niederschlag, der mit dem globalen durchschnittlichen Temperaturanstieg verbunden ist, von der Erde aufgenommen wird.

Einem [Artikel aus der *Science* vom 11. Februar 2016](#) zufolge, „führte die Klimavariabilität zwischen 2002 und 2014 dazu, dass an Land zusätzlich 3200 ± 900 Gigatonnen Wasser gespeichert wurden... was den Anstieg des Meeresspiegels um $0,71 \pm 0,20$ Millimeter pro Jahr verlangsamte.“

Auch Lebensraum ist wichtig. Bereits in einem [in der Ausgabe vom 28. August 2015 von *Nature*](#), veröffentlichten Artikel heißt es: „Von 1950 bis 2010 haben sich 5,7% der globalen Landfläche in Richtung wärmerer und trockener Klimatypen verlagert. Zu den wesentlichen Veränderungen gehört die Ausbreitung trockener und kontinentaler Klimazonen in höheren Breiten, das Schrumpfen polarer und kontinentaler Klimata in mittleren Breiten, die polwärtige Verschiebung gemäßigter, kontinentaler und polarer Klimata und die Zunahme der durchschnittlichen Höhe des tropischen und polaren Klimas.“

[Die Zusammenfassung eines Artikels aus *Environmental Research Letters* vom 6. Mai 2016 lautet wie folgt:](#) „Hier präsentieren wir die erste Analyse der Küstendynamik resultierend aus einem Hotspot des Meeresspiegelanstiegs auf den Salomonen. Unter Verwendung von Luft- und Satellitenbildern von 1947 bis 2014 von 33 Inseln, zusammen mit historischen Einblicken aus lokalem Wissen, haben wir fünf bewachsene Riffinseln identifiziert, die in diesem Zeitraum verschwunden sind und weitere sechs Inseln, die unter einer schweren Küstenrezession leiden. Die Küstenrezession hat an zwei Orten Dörfer zerstört, die seit mindestens 1935 existieren, was zu Umsiedlungen der Gemeinden führte.“

Ein Artikel, der in der Ausgabe vom 29. Juni 2016 von [Nature](#) veröffentlicht wurde berichtet, dass der Klimawandel das saisonale Verhalten der britischen Pflanzen und Tiere stört. Die Studie analysierte 10.003 phänologische Langzeitdatensätze von 812 Pflanzen- und Tierarten des Vereinigten Königreichs, die zwischen 1960 und 2012 im Meer, im Süßwasser und an Land gesammelt wurden, von der Laichzeit bei Fischen bis zur Pflanzenblüte.

Im letzten Absatz des Papiers heißt es: „Unser Ansatz basiert auf der vereinfachenden Annahme, dass der Klimawandel einen übergeordneten Einfluss auf die Saisonalität hat. Unsere Ergebnisse legen jedoch nahe, dass systematische Unterschiede in der Klimasensitivität zu einer weit verbreiteten phänologischen Desynchronisation führen können.“ Ach wirklich? Jede Spezies ist gut an ganz bestimmte Umweltbedingungen angepasst. Eine Veränderung dieser Bedingungen führt bei jeder Spezies zum Verlust des Lebensraums. Für einige Wissenschaftler ist dies anscheinend ein neuartiger Befund.

Ein [Artikel in der New York Times vom 3. Juli 2016 enthält diese kurze, fast schon apokalyptische Einführung:](#) „Der Klimawandel bedroht die Lebensgrundlage der Menschen im winzigen Kiribati und sogar die Existenz des Inselstaates. Die Regierung plant für den Untergang der Insel.“ Vier Tage später berichtet die [Times über Flüchtlinge, die die Ufer eines ehemaligen bolivianischen Sees verlassen:](#) „Das Wasser ist zurückgegangen und die Fische sind verendet. Sie trieben zu Zehntausenden mit dem Bauch nach oben und der Gestank hing wochenlang in der Luft.... Den Vögeln, die sich von den Fischen ernährten, blieb nichts anderes übrig, als den Poopó-See zu verlassen, der einst der zweitgrößte Boliviens war und jetzt nur noch eine trockene, salzige Weite ist. Viele der Uru-Murato, die seit Generationen von diesem Gewässer lebten, zogen ebenfalls ab und schlossen sich einem neuen globalen Marsch von Flüchtlingen an, die nicht vor Krieg oder Verfolgung, sondern vor dem Klimawandel flohen.“

Vorhersage des zeitnahen Aussterbens des Menschen

Wenn Sie glauben, dass wir uns anpassen werden, denken Sie noch einmal darüber nach, auch wenn Sie das *Wallstreet Journal* sind, [das am 2. September 2014 behauptete](#), es sei zu spät für eine Schadensminderung. Die [Entwicklungsrate der Evolution hinkt dem Grad des Klimawandels um einen Faktor von 10.000 hinterher](#), wie einem [Bericht der *Ecology Letters* aus dem August 2013, mit dem Leitthema Wirbeltiere](#) zu entnehmen ist. Ein Beispiel dafür stammt aus der [Onlineausgabe von *Global Ecology and Biogeography* vom 20. Januar 2016](#). Nachforschungen, in deren Mittelpunkt Kalifornien mit seiner umfassenden Sammlung von Herbarien steht. Die Forscher verwendeten 681.609 georeferenzierte herbarische Exemplare, um die mittleren Höhen- und Klimaverschiebungen von 4426 Pflanzentaxa abzuschätzen, und stellten fest, dass nicht heimische, invasive Arten mit größerer Wahrscheinlichkeit ihr Verbreitungsgebiet erweitern als einheimische Arten. Darüber hinaus bewegten sich Pflanzen und Tiere nicht synchron zueinander, was zu dem Verdacht führte, dass ökologische Gemeinschaften zusammenbrechen und sich auflösen. Nehmen Sie noch die folgende Schlagzeile vom [6. Juni 2015 aus *Plos Biology*](#) dazu, dann verstehen Sie leicht, wie wichtig der Lebensraum für menschliche Tiere ist: „Geeignete Tage für das Pflanzenwachstum gehen bei dem prognostizierten Klimawandel verloren: Potenzielle menschliche und biotische Verwundbarkeit.“ [Selbst einst reichhaltige Lebensräume in der Antarktis verarmen biologisch, dadurch dass Eisberge, die sich zunehmend vom umgebenden Meereis lösen, die Felsen und Felsbrocken im seichten Wasser und Felsbrocken, auf denen sich eine Vielzahl von Lebewesen ans Leben klammert, abscheuern](#) (laut einer wissenschaftlichen Studie, [veröffentlicht am 16. Juni 2014 in *Current Biology*](#)). Ein [Artikel in *Proceedings of the National Academy of Sciences* vom 22. Februar 2016 berichtet](#), dass im Einklang mit der Forschung an Wirbeltieren, Schmetterlinge nicht mit schnellen Veränderungen in ihrem Lebensraum Schritt halten können. Fazit der Zusammenfassung: „Diese Ergebnisse zeigen eine potenziell häufig vorkommende Situation in einer sich verändernden Umwelt auf: Evolutionäre Veränderungen sind nicht schnell genug, um die direkten negativen Auswirkungen von Umweltveränderungen vollständig zu kompensieren und damit die Population vor dem Aussterben zu retten.“

Eine [am 22. Juni 2016 in *Earth and Planetary Science Letters* veröffentlichte Studie](#) berichtet, dass Teile des Ozeans für einige Organismen unbewohnbar wurden, als sich das Erdklima vor 94 Millionen Jahren erwärmte. Während sich die Erde erwärmte, gingen einige natürliche Elemente - die wir als Vitamine bezeichnen - zur Neige, wodurch manche Organismen ganz ausstarben oder ihre Anzahl zumindest stark verringert wurde. Die Abnahme dieser Spurenmetalle deutet auch auf eine globale Ausweitung des Sauerstoffmangels hin, was zu größeren toten Zonen in Gewässern auf der ganzen Welt führen könnte, was bedeutet, dass in diesen Gebieten wenig bis gar kein Leben existieren könnte.

Andererseits zeigt ein [Artikel in *Climatic Change* vom Februar 2016](#) [indicates dass Schlangen nicht betroffen sind.](#) "Detaillierte Projektionen potenzieller zukünftiger Reichweitenverschiebungen bei der Verteilung der medizinisch relevantesten Arten deuteten darauf hin, dass die Reichweiten nordamerikanischer Arten in Zukunft wahrscheinlich zunehmen werden, aber für lateinamerikanische Schlangen wurden gemischte Ergebnisse erzielt." Es ist ja nicht so, dass sich auf diesem Planeten noch keine Massensterben ereignet hätten, wie in der BBC-Sendung [The Day the Earth Nearly Died](#) erklärt wird.

Der Grad des Klimawandels hat klar die lineare Grenze überschritten, wie das Vorhandensein der unzähligen, sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekte zeigt, die nachstehend beschrieben werden, und droht nun unsere Spezies in naher Zukunft auszurotten. Der australische Biologe [Frank Fenner sagte im Juni 2010](#): „Wir werden aussterben“, so der bedeutende Wissenschaftler. „Was immer wir jetzt tun, es ist zu spät.“ Der Filmemacher Werner Herzog [sagte am 30. Januar 2013 in einem Interview](#): „Ich bin überzeugt, dass unsere Anwesenheit auf diesem Planeten nicht mehr von Dauer ist und wir bald ausgestorben sein werden.“ Die Anthropologin [Louise Leakey sinniert in ihrer Einschätzung in der *Huffington Post* vom 5. Juli 2016 über unseren Niedergang in naher Zukunft nach](#) und ihr Vater Richard stimmt in diesem [Video aus dem Dezember 2013](#)(1:02:18 – 1:02:56) mit ein. Der kanadische Wildtierbiologe Neil Dawe reiht sich in diesem [Interview vom 29. August 2013](#) ebenso in die Ränge der Vertreter des kurzfristigen Aussterbens ein, wie der zum Aktivisten gewordene Musiker Sir Bob Geldof in einem [Artikel im *Daily Star* vom 6. Oktober 2013](#). [Auch Amtsträger im Gesundheitswesen nahmen Ende März 2014 an der Diskussion über das Aussterben Teil](#), obwohl sie 4 Grad Erwärmung als ein Problem ansehen, mit dem man sich später befassen sollte. Der Journalist John Feffer schreibt in seinem Aufsatz [vom 27. April 2014 für Truth-Out: „Der Planet und seine härteren Bewohner mögen unermüdlich weitermachen, aber für uns ist das Spiel vorbei.](#)“ Der amerikanische Linguist und Philosoph [Noam Chomsky kommt in einem Interview mit Chris Hedges für *Truthdig* zu dem Schluß, dass wir am Ende sind](#): Der Klimawandel „weht uns wahrscheinlich alle dem Untergang, und das nicht in der fernen Zukunft.“ Larry Schwartz kommt am 21. Juli 2014 in [AlterNet zur Schlussfolgerung](#): "Viele Umweltschützer glauben, dass wir den Punkt, an dem es kein Zurück mehr gibt, bereits überschritten haben." Ken Rose, Professor an der John Hopkins Universität und Fossilienjäger [stimmt in einem Interview vom 29. Juli 2014 zu](#): „Wir befinden uns bereits mitten im sechsten großen Massensterben auf der Erde. Es wird wahrscheinlich nicht allzu lange dauern, bis auch der Mensch ausgestorben ist.“ Die IT-Projektmanagerin Jennifer Hynes kommt bei Markierung 1:20:30 [ihrer ausführlichen Präsentation über weltweite Methanfreisetzungen](#) zu dem Ergebnis, dass die Menschheit in naher Zukunft aussterben wird (eine aktualisierte Präsentation vom 30. August 2015 ist [hier](#) verlinkt). Drei Wochen später beendete [Robert Scribbler seine Einschätzung der weltweiten Methanfreisetzung](#) folgendermaßen: „Was ich gerade beschrieben habe, ist der Prozess, von dem die meisten Wissenschaftler glauben, dass er während des schlimmsten Massensterbens in der geologischen Vergangenheit stattgefunden hat ... was die Menschheit momentan tut... ist dem wahrscheinlich schockierend ähnlich.“ Die Motivationsrednerin, Schriftstellerin und Politikerin [Marianne Williamson](#)

schließt [in ihrem Interview mit Thom Hartmann von Anfang Oktober 2014](#) auf das Aussterben der Menschheit in naher Zukunft. Chris Hedges [stimmt in einem Interview vom 22. November 2014 zu](#). Auch Hollywood scheint in der Realität anzukommen, wie diese Episode von *HBO's The Newsroom* vom 23. November 2014 zu zeigen scheint: Besagter Ausschnitt [hier](#). Randy Malamud, Erasmus Professor der Georgia State University, [schreibt am 8. Dezember 2014 für die Huffington Post](#): „Es ist an der Zeit, unseren bevorstehenden Untergang zu akzeptieren.“ Der Schriftsteller Robert J. Burrowes scheint die Ansichten vieler relativ wohlhabender, heterosexueller, weißer Männer auszudrücken und [äußert sich am 15. Dezember 2014 in der *Lahore Times*](#) folgendermaßen: (Aufsatz mittlerweile entfernt, aber [im Januar 2016 schreibt er](#): „Ohne konzertierte und strategische Anstrengungen von Einzelpersonen, Gruppen und Gemeinschaften erwarte ich das Aussterben der Menschheit bis 2030“). „Im Wesentlichen ist es Furcht, die dysfunktionales Verhalten gegenüber der Umwelt vorantreibt. Und die Geschichte sagt uns, dass Furcht uns daran hindern wird, rechtzeitig und angemessen genug zu handeln.“ Paul Ehrlich lobt absurderweise die Segnungen der Zivilisation, schließt aber dennoch [in seinem Interview mit MS-NBC vom 10. Januar 2015](#) korrekt auf das Aussterben des Menschen in naher Zukunft. [Laut der Zusammenfassung eines Artikels, der am 19. Juni 2015 in *Science Advances* veröffentlicht wurde](#), ist das sechste Massensterben bereits im Gange“. Ein damit zusammenfallendes [Interview mit dem Hauptautor des Artikels beinhaltet folgende Aussage von ihm](#): „Es würde viele Millionen Jahre dauern, bis sich das Leben erholt hätte, unsere Spezies selbst würde aber wahrscheinlich früh verschwinden.“ Dave Thomas, Autor der NBC-Serie *The Blacklist* vom 5. November 2015 [entwickelt einen Techno-Fantasy-Plan zur Flucht](#) von der Erde wegen des kurz bevorstehenden Aussterbens der Menschheit. Jill Stein, Präsidentschaftskandidatin der Green Party der USA, äußert sich im Februar 2016 in einem Interview mit Chris Hedges [folgendermaßen](#), „Wir durchleben ein Aussterben, das wir nicht überleben werden.“ Angesichts des kurzfristigen Aussterbens des Menschen betrachten die meisten Amerikaner die Bedrohung dennoch als entfernt und irrelevant, wie ein [Artikel in der *Washington Post* vom 22. April 2013](#) illustriert. Auf der Grundlage von Umfrageergebnissen spiegelt er die seit langem vorherrschende Meinung wider, dass gewählte Amtsträger sich auf die industrielle Wirtschaft konzentrieren sollten, und nicht auf weit entfernte, geringfügige Ärgernisse wie den Klimawandel.

Befürworter des Carbon Farmings - die unsinnige Vorstellung, dass die industrielle Zivilisation zur Überwindung einer von der industriellen Zivilisation geschaffenen Zwangslage genutzt werden kann - behaupten, wir müssten nur [die Wüste nur mit nicht heimischen Pflanzen auf einer Fläche bepflanzen, die drei Viertel der Größe der Vereinigten Staaten entspricht](#). Und sie sagen, wir können das atmosphärische Kohlendioxid in nur zwei Jahrzehnten um satte 17,5 ppm senken. Wie aufregend! In diesem rasanten Tempo wird das atmosphärische Kohlendioxid in nur 140 Jahren wieder auf den einigermaßen sicheren Wert von 280 ppm zurückkehren, mehr als ein Jahrhundert nachdem der Mensch wahrscheinlich wegen des Klimawandels ausgestorben ist. [Basierend auf einer Studie, veröffentlicht am 2. Mai 2014 in *Science*](#), wurde Kohlenstoffspeicherung im Boden überschätzt und nimmt mit steigender atmosphärischer Kohlendioxidkonzentration ab.

Aufforstung und Waldwirtschaft gelten als Schlüsselinstrumente zur Eindämmung des Klimawandels. Wie [jedoch in einem Artikel in Science vom 5. Februar 2016 dargestellt wurde](#), hat die Entwicklung der europäischen Wälder hin zu dunkelgrünen Nadelbäumen die globale Erwärmung angeheizt. Die dunklen, immergrünen Bäume wurden wegen ihrer Fähigkeit, mit relativ geringer Fürsorge schnell zu wachsen, angepflanzt, aber ihre Fähigkeit, atmosphärisches Kohlendioxid zu binden, wird leider durch ihre dunkle Färbung in den Schatten gestellt. Der Zusammenfassung des Artikels zufolge haben "zweieinhalb Jahrhunderte Waldwirtschaft in Europa das Klima nicht abgekühlt".

Gemäß dem Plan, der in der Ausgabe vom 23. August 2013 von *Scientific American* vorgestellt wurde, werden die nicht heimische Pflanzen, die mit zunehmend seltenerem Süßwasser bewässert werden, das mit zunehmend seltenerer, fossiler Energie dorthin gepumpt wird, Kohlenstoff binden, der ausreicht, um die gegenwärtigen Emissionen zu bewältigen. Dabei spielt es keine Rolle, wieviel Emissionen durch das Pumpen des Wassers entstehen, wie wünschenswert es ist, blühende Wüsten in Monokulturen zu verwandeln oder die Idee, die industrielle Zivilisation auf Kosten nicht zivilisierter Menschen und [nichtmenschlicher Arten](#) zu erhalten. Betrachten Sie stattdessen folgenden, einfachen Gedanken: Wenn die nicht heimischen Pflanzen sterben, geben sie im Wesentlichen den gesamten Kohlenstoff, den sie gebunden haben, an die Atmosphäre zurück. Ein winziger Teil des Kohlenstoffs wird im Boden gespeichert. Der Rest gelangt infolge der Zersetzung in die Atmosphäre.

Dieser Aufsatz macht auf aktuelle Projektionen und sich selbst verstärkende Rückkopplungseffekte (d.h. positive Rückkopplungen) aufmerksam. Alle Informationen und Quellen lassen sich durch eine Online-Suche leicht bestätigen.

Bewertungen im großen Maßstab

Intergovernmental Panel on Climate Change (Ende 2007): 1,8° Celsius bis 2100 (up to 4,5° Celsius, abhängig von Emissionsszenarien)

Hadley Centre for Meteorological Research (Ende 2008): ~2° Celsius bis 2100.

Später im Jahr 2008, fordert Dr. Vicky Pope, Leiter des Hadley Centers für Klimawandel-Vorhersagen, für den Worst-Case einen Anstieg von mehr als 5° Celsius bis 2100. Joe Romm, [Autor bei Grist, behauptet](#), "dass jetzt sogar Hadley [Centre] versteht, dass [$> 5\text{ C}$] besser als der 'business-as-usual' Fall umschrieben wird."

Umweltprogramm der Vereinten Nationen (Mitte 2009): 3,5° Celsius bis 2100

[Hadley Centre for Meteorological Research \(October 2009\)](#): 4° Celsius bis 2060

Global Carbon Project, Copenhagen Diagnose (November 2009): 6° Celsius, 7° Celsius bis 2100

Umweltprogramm der Vereinten Nationen (Dezember 2010): bis zu 5° Celsius bis 2050

[Internationale Energie Agentur \(Mai 2014\)](#): mit business as usual bis zu 6° Celsius bis 2050

Diese Bewertungen berücksichtigen keine signifikanten, sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekte (d.h. positive Rückkopplungen, ein Begriff, der das Gegenteil seiner Bedeutung impliziert). Das hochgelobte Fifth Assessment des IPCC setzt diesen Trend fort, da es ebenfalls [wichtige Rückkopplungseffekte ignoriert](#) (zum Anhängen [hier](#)). Wie bereits frühere Berichte, wurde das Fifth Assessment [nach der Prüfung durch Experten geändert und es wurden Änderungen hinzugefügt, die die wirtschaftlichen Auswirkungen eines sich erwärmenden Planeten herunterspielen](#). Nehmen Sie beispielsweise die fehlende Erwähnung des arktischen Eises im [Working Group Summary vom 31. März 2014](#) (weiterführende Links [hier](#)). Am 3. September 2014, [verkündete sogar der Business Insider via Schlagzeile](#): „Das Problem des arktischen Meereises ist tatsächlich schlimmer - nicht besser - als wir dachten.“ Die Bedeutung des arktischen Eises für die Verzögerung der katastrophalen Erwärmung ist enorm, wie [2007 sehr einfach erklärt wurde](#):

Wer latente Wärme nicht kennt, wird ein falsches Gefühl von Sicherheit verspüren. Es ist aber nicht schwer zu verstehen, wenn ich keinen Fachjargon verwende. Stellen Sie einen Topf mit kaltem Wasser mit 1 kg Eiswürfeln auf eine heiße Herdplatte. Rühren Sie das Eiswasser mit einem langen Thermometer um und messen Sie die Temperatur. Meine Frage ist: Wann zeigt das Thermometer einen Temperaturanstieg an? Antwort: Nachdem das ganze Eis geschmolzen ist. Mit anderen Worten, die gesamte Hitze des Ofens würde zunächst zum Schmelzen des Eises aufgewendet, ohne die Wassertemperatur zu erhöhen. Die Wärmemenge, die in ein System eintritt, ohne die Temperatur des Systems zu erhöhen, wird als latente Wärme bezeichnet. Man benötigt 80 Kalorien Wärme, um ein Gramm Eis zu schmelzen. In diesem Fall schmelzen die ersten 80.000 Kalorien des Ofens zunächst das 1 kg Eis. Erst wenn das Eis komplett verschwunden ist, steigt die Wassertemperatur und wird dies weiterhin tun, bis sie 100° Celsius erreicht, wo das Wasser dann zu kochen anfängt. Wieder kommt die latente Wärme ins Spiel, und die Wassertemperatur stabilisiert sich am Siedepunkt - bis sich das gesamte flüssige Wasser in Dampf verwandelt hat. Dann steigt die Temperatur des jetzt trockenen Topfes bis er die Temperatur der Flamme erreicht. Wie lässt sich das auf das Erdklima anwenden? Betrachten Sie den Arktischen Ozean als einen riesigen Topf Eiswasser und die Sonne als den Ofen. Solange noch Meereis schmilzt, bleibt der Arktische Ozean relativ kühl, trotz der immer stärker werdenden Sonnenwärme, die aufgrund der stetig geringer werdenden Eis-

bedeckung in den Arktischen Ozean eindringt. Wenn das Meereis im Sommer möglicherweise bereits in der zweiten Hälfte dieses Jahrzehnts verschwunden sein wird, steigt die Temperatur des Arktischen Ozeans steil an, und wenn dies der Fall ist, steigt auch die globale Durchschnittstemperatur und die Hölle bricht los (sic).

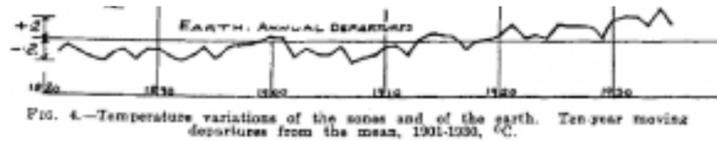
Bis dahin erwärmt sich der Arktische Ozean weiter. Einige Teile erwärmen sich schneller als andere, und das Eis sorgt immer noch für eine enorme Kühlwirkung, wo es noch Bestand hat.

Positiv ist zu vermerken, dass wichtige Einschätzungen den wirtschaftlichen Zusammenbruch nicht berücksichtigen. Aufgrund der vier Jahrzehnte dauernden Verzögerung zwischen [Emissionen und Temperaturanstieg](#) bleibt es jedoch unangenehme Tatsache, dass die Welt [seit 1970 mehr als doppelt so viel industrielles Kohlendioxid emittiert hat wie seit Beginn der industriellen Revolution bis 1970](#). Auch aufgrund der unten beschriebenen Rückkopplungseffekte bin ich der festen Überzeugung, dass ein möglicher, wirtschaftlicher Zusammenbruch zu spät käme, um die Lebensspanne unserer Spezies zu verlängern. Tatsächlich, [wie Bruce Melton in einem Artikel in Truth-out am 26. Dezember 2013 mit dem Klimaforscher Wallace Broeker ausführte](#) „operieren wir heute mit den atmosphärischen Konzentrationen von Treibhausgasen aus den 1970er Jahren. In den letzten 29 Jahren haben wir so viele Treibhausgase ausgestoßen, wie in den letzten 236 Jahren zuvor. Aufgrund des starken Kühleffekts der Ozeane können wir die Erwärmung, die diese Verdoppelung der Treibhausgase in letzter Zeit mit sich bringen wird, noch nicht einmal sehen.“ Die Treibhausgasemissionen beschleunigen sich weiter, selbst dann, wenn die weltweite Konjunktur zum Stillstand kommt: Die Emissionen stiegen im ersten Jahrzehnt des neuen Jahrtausends nahezu doppelt so schnell an, wie in den letzten 30 Jahren, wie [der Guardian in seiner Ausgabe vom 11. April 2014 berichtet](#).

Wie sich herausstellt, ist die sogenannte 40-jährige Verzögerung noch gefährlich konservativ. Ein [Artikel in Environmental Research Letters vom 3. Dezember 2014 legt nahe](#), dass **die maximale Erwärmung durch Kohlendioxidemissionen etwa ein Jahrzehnt nach einer Kohlendioxidemission auftritt**. Steigende Emissionen in jedem der letzten Jahrzehnte deuten auf eine wirklich katastrophale Zukunft hin, und das in Kürze. Laut einer [Veröffentlichung in Geophysical Research Letters vom Mai 2015](#), übersteigt das planetare Erwärmungspotential von Kohlendioxid das Erwärmungspotential für die individuelle Nutzung innerhalb von zwei Monaten, und der kumulative Strahlungsantrieb des Kohlendioxids übersteigt die bei der Verbrennung freigesetzte Energiemenge um einen Faktor von mehr als 100.000.

Guy Callendar wies in einer Veröffentlichung des *Quarterly Journal der Royal Meteorological Society* von 1938 auf den verzögerten Einfluss des steigenden Kohlendioxidanteils auf die Temperatur hin. Die handgezeichnete, unten gezeigte Abbildung aus dem Artikel zeigt deutlich einen irreversiblen Anstieg der globalen Durchschnittstem-

peratur ab etwa 1915, einige Jahrzehnte nachdem der Verbrauch fossiler Brennstoffe erheblich zugenommen hatte. [J.S. Sawyer verwendete Callendars Arbeit in einem 1972 veröffentlichten Artikel in Nature](#), um mit erstaunlicher Genauigkeit einen „Anstieg von 25% CO₂ bis zum Ende des Jahrhunderts zu prognostizieren... [und]... einen Anstieg der Welttemperatur um 0,6° Celsius.“



Die Perspektive erweitern

Astrophysiker haben lange geglaubt, die Erde sei in der Nähe des Zentrums der für Menschen bewohnbaren Zone. [Jüngste Untersuchungen](#), veröffentlicht am 10 März 2013 im *Astrophysical Journal* [zeigen](#), dass sich die Erde am inneren Rand der bewohnbaren Zone befindet und gerade noch im letzten 1% der Bewohnbarkeit liegt (1,5 Millionen km oder die 5-fache Entfernung von der Erde zum Erdmond). Eine geringfügige Veränderung der Erdatmosphäre zerstört den menschlichen Lebensraum. Leider haben wir wesentliche Änderungen vorgenommen.

Die nördliche Hemisphäre ist besonders anfällig für eine beschleunigte Erwärmung, [wie in der Ausgabe des Journal of Climate vom 8. April 2013 erläutert wird](#). Zwei Tage später, bestätigte ein Artikel in *Nature*, dass die [Sommer auf der Nordhalbkugel heißer sind, als in den letzten 600 Jahren](#). Wie von [Sherwood und Huber am 25. Mai 2012](#) in *Proceedings of the National Academy of Sciences* und danach von James Hansen [in seinem Bericht vom 15. April 2013](#) aufgezeigt, können Menschen eine [Kühlgrenztemperatur](#) von 35° Celsius (95° Fahrenheit) nicht überleben.

Wie von der [Beratergruppe der Vereinten Nationen für Treibhausgase im Jahr 1990 beschrieben](#), „kann bei einem Anstieg von über 1 Grad eine schnelle, unvorhersehbare und nichtlineare Reaktion ausgelöst werden, die zu erheblichen Schäden am Ökosystem führen kann“ (Link [hier](#)). Aber, wie [David Spratt in diesem Video from October 2014](#) betont, waren 0,5 Grad Erwärmung ein vernünftigeres Ziel (er übersieht, das 2 Grad Erwärmung bereits festgeschrieben sind). [James Hansen und seine Crew haben 23 Jahre nach der Warnung durch die U.N. endlich die düstere Realität einer Erwärmung um 1° Celsius eingesehen](#), mehr als zwei Dutzend sich selbst verstärkende Rückkopplungseffekte zu spät. Am [12. August 2015, folgte Hansen](#), „dass die Temperatur während des Bestehens der Menschheit auf der Erde zu keiner Zeit ~ 2° Celsius über dem vorindustriellen Klima lag“.

Wie wichtig sind diese ‘weniger-als-2-Grad-Ziele’? James Hansen wird in einem [Interview vom 4. Januar 2011 mit The Independent](#) zitiert: “Zwei Grad Celsius sind eine garantierte Katastrophe.” Und beachten sie die Schlagzeile [von Al Jazeera America am 8. November 2014: „Die Erwärmung auf 2° Celsius zu begrenzen, reicht nicht aus, um eine Katastrophe abzuwenden, warnen Klimaexperten.“](#) Keine der beiden Quellen erkennt an, dass in Abwesenheit von Phantasie-Technologie 2 Grad bereits garantiert sind: Im Speziellen bedeutet dies, wie [via des Titels eines Artikels, veröffentlicht am 3. August 2015 in Nature Communications](#) gezeigt wird, „dass negative Emissionen physisch erforderlich sind, um die globale Erwärmung unter 2° Celsius zu halten.“ Der Zu-

sammenfassung des Artikels zufolge „erwies sich dieser Ansatz als nicht durchführbar“. Schließlich kam [ein Artikel in der Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 12. Oktober 2015](#) zu dem Schluss: „Die Bereitstellung bekömmlicher 2° Celsius Klimaschutzszenarien hängt von spekulativen, negativen Emissionen oder der Veränderung der Vergangenheit ab. Wissenschaftler müssen ihre Annahmen transparent und vertretbar machen, wie politisch unbequem auch immer die Schlussfolgerungen sein mögen.“

Wir haben eindeutig die positiven Rückkopplungen ausgelöst, vor denen die Vereinten Nationen 1990 gewarnt hatten. Meine Kollegen und Bekannten sind jedoch der Meinung, dass wir uns aus diesem schrecklichen Durcheinander mit den Werkzeugen der industriellen Zivilisation herausarbeiten können und werden (die uns in diesen Schlamassel gebracht hat, wie Tim Garrett betont hat) oder der Permakultur (womit nicht die Permakultur verunglimpft werden soll, deren Prinzipien auf dem von mir bewohnten Gehöft umgesetzt werden). Die Wiederaufforstung bewältigt nicht einmal annähernd die Verbrennung fossiler Brennstoffe, wie [in der Ausgabe vom 30. Mai 2013 von Nature Climate Change hervorgehoben wird](#). Darüber hinaus binden bewaldete Ökosysteme kein zusätzliches Kohlendioxid, da es in der Atmosphäre zunimmt, wie enttäuschenderweise [am 6. August 2013 im New Phytologist erläutert wird](#). Darüber hinaus wurde die Kohlenspeicherung überschätzt, wie [in der Ausgabe von Nature Communications vom 18. Dezember 2015 dargelegt wird](#). Die [jüngste öffentliche Bildungsinitiative in den Vereinigten Staaten](#) - die [Next Generation Science Standards](#) - ist eine weitere unerhörte Beleidigung für die offene Wunde und begräbt die Verbindung zwischen der Verbrennung fossiler Brennstoffe und globaler Erwärmung. Die Missgeschicke der Regierung gehen weiter, obwohl der Zusammenbruch der Ökosysteme bereits voll im Gange ist. [Im April 2013 wurde in PLoS ONE darauf hingewiesen](#), – zu wenig und zu spät für viele Ökosysteme – „dass katastrophale Zusammenbrüche ohne vorherige Warnung auftreten können.“

Einige schönfärberische Lösungsanbieter suchen Zuflucht in der nuklearen Lösung. Es ist erstaunlich, auf was man kommen kann, wenn netzgebundener Strom als natürliches Recht angesehen wird. Ungeachtet der Befürwortung durch James Hansen tragen [Kernkraftwerke eher zur zusätzlichen Erwärmung der Erde bei, als sie zu verhindern](#). [Im Bulletin der Atomwissenschaftler vom 18. Februar 2016 wurde darauf hingewiesen](#), dass der Klimawandel durch den Bau und die Nutzung von Kernkraftwerken *beschleunigt* und nicht verlangsamt wird.

Ignorieren wir für den Moment die Modelle und betrachten nur die Ergebnisse eines [einzelnen Briefings der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen 2009 \(COP15\)](#). Regelmäßige Beobachter der Materie werden sich an COP15 als

das Klimawandel-Treffen erinnern, das die Obama-Administration den Wölfen zum Fraß vorgeworfen hatte. Die Zusammenfassung dieses lange vergessenen Briefings enthält die folgende Aussage: „AUF LANGE SICHT WIRD DER MIT DER GEGENWÄRTIGEN CO₂-KONZENTRATION EINHERGEHENDE MEERESSPIEGEL 23 METER ÜBER DEM HEUTIGEN NIVEAU LIEGEN UND DIE TEMPERATUR WIRD 6 GRAD ODER HÖHER SEIN. DIESE SCHÄTZUNGEN BASIEREN AUF ECHTEN, LANGFRISTIGEN KLIMAAUFZEICHNUNGEN, NICHT AUF MODELLEN.“

Mit anderen Worten, Obama und seine Regierung (d.h. die Central Intelligence Agency, die [die Vereinigten Staaten regiert und die Macht des Präsidenten kontrolliert](#)) wussten, dass das Aussterben der Menschheit in naher Zukunft bereits feststand. Noch bevor die wissenschaftliche Gemeinschaft über die negativen Rückkopplungen berichtete, gab die Regierung den Klimawandel als wichtiges Thema auf, weil sie wusste, dass wir bereits 2009 am Ende waren. Statt die natürlich nicht beneidenswerte Aufgabe desjenigen, der die Wahrheit verbreitet, zu schultern, tat Obama das, was die Höhergestellten des Imperiums von ihm verlangten: Er log über den Zusammenbruch und er log über den Klimawandel. Und er lügt weiterhin.

Ah, das waren die guten alten Zeiten, als die atmosphärische Kohlendioxidkonzentration weit unter 400 ppm lag. Bald werden wir [die 400-ppm-Marke überschreiten, wahrscheinlich zum ersten Mal seit 3,2 bis 5 Millionen Jahren](#). Und wie [in der Zeitschrift Global and Planetary Change im April 2013 berichtet](#), stammt [jedes Molekül atmosphärischen Kohlendioxids seit 1980 aus menschlichen Emissionen](#). Beinahe, wie um nicht zurückzustehen, [erreichte am Morgen des 16. Juni 2013 der Methangehalt einen Durchschnittswert von 1800 ppb \(parts per billion\)](#). [Die SWERUS C-3-Expedition meldete am 3. August 2014 einen zweiten großen Methansickervorgang im Ostsibirischen Meer, einschließlich einer lokalen Methan-freisetzung von 3.188 ppb](#). Durch einige zusätzliche Treibhausgase, die zum Klimawandel beitragen, und durch den gewählten, konservativen Ansatz [wird das Kohlendioxid auf ein Level von 480 ppm steigen](#) (und [hier vom NOAA](#)). [An zahlreichen Orten vor der Ostküste der USA treten Sickerstellen auf, die zu einer raschen Destabilisierung von Methanhydraten führen](#) (gemäß der Ausgabe von *Nature* vom 25. Oktober 2013). Die Situation verschlechtert sich zudem mit jedem Bericht: [Ein Artikel, der am 1. Oktober 2015 zur Veröffentlichung in *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* angenommen wurde, berichtet von Methanschwaden, die vor den Küsten von Oregon und Washington in den Pazifischen Ozean sprudeln](#). Der Hauptautor H. Paul Johnson [sagt](#): „Was wir sehen, ist eine mögliche Bestätigung dessen, was wir wegen der Wassertemperaturen vorausgesagt haben: Methanhydrat scheint sich zu zersetzen und viel Gas freizusetzen. Wenn man es systematisch betrachtet, befindet sich die Rاندlage, wo man die meisten Methanwolken pro Quadratmeter findet, genau in der kritischen Tiefe von 500 Me-

tern.“ An Land wurden die anthropogenen Methanemissionen in den USA von der Environmental Protection (sic) Agency deutlich unterschätzt, [laut einem Artikel in der Ausgabe vom 25. November 2013 der Proceedings of the National Academy of Sciences](#). Diese Zahl ist um 1100 ppb höher als vorindustrielle Spitzenwerte. Die Methanfreisetzung ist eng mit dem Temperaturanstieg in der Erdgeschichte verknüpft - insbesondere die [Methanfreisetzung in der Arktis und der rasche globale Temperaturanstieg sind miteinander verknüpft](#) – einschließlich eines Temperaturanstiegs über ein Jahrzehnt von bis zu 1 Grad pro Jahr, [wie Daten aus Eiskernen zu entnehmen ist](#). Die enge Verbindung zwischen der Erwärmung der Arktis und der Erwärmung des Planeten wurde in einem Artikel in *Nature Geoscience* vom 2. Februar 2014 verifiziert, in dem festgestellt wurde, dass [die Kappe der Arktis aus kalter, in Schichten aufgeteilter Luft eine wichtigere Rolle bei der Förderung der Erwärmung der Polargebiete spielt, als das Schmelzen von Eis- und Schneedecken. Eine Schicht flacher, stehender Luft wirkt wie ein Deckel und konzentriert die Wärme in der Nähe der Oberfläche](#). Schließlich, um noch Öl ins Feuer zu gießen, belegt [ein Artikel am 27. März 2014 in Nature](#) die starke Verbindung zwischen Methanfreisetzung und Temperaturanstieg: [„Für jedes Grad, um das sich die Erdtemperatur erhöht, steigt die Menge von Methan in der Atmosphäre ... um ein Mehrfaches. Während die Temperaturen steigen, wird der relative Anstieg der Methanemissionen den des Kohlendioxids überholen.“](#)

Wie lange wird der Kater anhalten, nachdem die Party der fossilen Brennstoffe vorbei ist? [Der Meeresforscher David Archer von der Universität Chicago erklärte](#): „Die klimatischen Auswirkungen der Freisetzung von CO₂ aus fossilen Brennstoffen in die Atmosphäre werden länger anhalten als Stonehenge“, schreibt Archer in seinem Buch *The Long Thaw* vom Januar 2008. „Länger als Zeitkapseln, länger als Atommüll und viel länger als die Ära der menschlichen Zivilisation bisher.“ Ein [Artikel in der Online-Ausgabe von Nature Climate Change vom 8. Februar 2016 weist auf](#) die langfristigen Auswirkungen der anhaltenden Veränderungen des Erdklimas hin: „Hier argumentieren wir, dass das 20. und 21. Jahrhundert... in einen langfristigen Kontext gestellt werden müssen, der die... nächsten zehn Jahrtausende einschließt. In diesem Zeitraum werden die projizierten Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels anwachsen und andauern. Dieser langfristige Ausblick zeigt, dass politische Entscheidungen, die in den nächsten Jahren bis Jahrzehnten getroffen werden, tief greifende Auswirkungen auf das globale Klima, die Ökosysteme und die menschliche Gesellschaft haben werden - nicht nur für dieses Jahrhundert, sondern auch für die nächsten zehn Jahrtausende und darüber hinaus.“

Die *Nature* vom 17. Dezember 2015 enthält einen Bericht, der [die Verschiebungen in der Gruppierung von Pflanzen und Tieren beschreibt. Das Fazit der Zusammenfassung](#): „Unsere Ergebnisse legen nahe, dass die bestimmenden Regeln zur Versammlung von Gemeinschaften in letzter Zeit durch menschliches Handeln geändert wurden.“ Die Autoren weisen natürlich nicht darauf hin, dass das menschliche Handeln mit der Landwirtschaft zusammenfiel (d.h. Zivilisation). Es ist ein Fehler, den Schaden dem Menschen zuzuschreiben. Akkurater wäre es, den Schaden dem zivilisierten Menschen zuzuschreiben.

Laut einem [Artikel, der am 29. Dezember 2015 in der Online-Ausgabe von *Reviews of Geophysics* veröffentlicht wurde](#), hat die Landwirtschaft des Menschen vor 7.000 Jahren wahrscheinlich einen natürlichen Abkühlungsprozess verlangsamt. Dieses Papier beendet eine zehnjährige Debatte über die Rolle des Menschen bei der globalen Erwärmung während des Holozäns. Ohne die Zivilisation wäre die Erde damals in die frühen Stadien einer natürlichen Eiszeit eingetreten.

Sich selbst verstärkende Rückkopplungseffekte

(siehe auch eine Analyse [hier](#))

1. Diese Beschreibung kombiniert Unterwasserpermafrost und Methanhydrate in der Arktis. Diese beiden Methanquellen sind ähnlich genug, um sie in Kombination zu betrachten. [MSNBC wusste schon 2007 über die Methanfreisetzung unter dem Nordpolarmeer Bescheid](#). Seltsamerweise scheinen sie heute nichts mehr darüber zu wissen. Beachten Sie auch, dass der Bericht des preisgekrönten Journalist Dahr Jammers über Methan [an sechster Stelle der Zusammenstellung des Project Censored von 2014](#) stand.

Ungefähr 250 Methanhydratfahnen entweichen aus dem flachen arktischen Meeresboden, was wahrscheinlich auf einen regionalen Temperaturanstieg von 1° C zurückzuführen ist, [wie in der Ausgabe der *Geophysical Research Letters* vom 6. August 2009 berichtet wird](#). Methan, das [aus dem Arktischen Ozean sprudelt](#), wird in [*Science* im März 2010](#) näher beleuchtet. Wie in einem nachfolgenden Artikel in den [*Geophysical Research Letters* vom Juni 2010 beschrieben](#), würde ein geringfügiger Temperaturanstieg [jährlich mehr als 16.000 Tonnen Methan](#) freisetzen. [Laut Forschungsergebnissen, veröffentlicht am 24 November 2013 in *Nature Geoscience*](#), beschleunigen Stürme die Freisetzung noch. Dieser Artikel [kommt zu dem Schluss, dass das ostsibirische Arktische Schelf jährlich mindestens 17 Teragramm Methan in die Atmosphäre abgibt](#), gegenüber [vor nur sieben Jahren](#) (ein Teragramm entspricht einer Megatonne). Laut dem [CARVE Projekt der NASA, hatten diese Fahnen ab Mit-](#)

[te Juli 2013 einen Durchmesser von bis zu 150 Kilometern](#). Laut den [Forschungsergebnissen von Sam Carana \(vor allem Abbildung 24\)](#) wird ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um mehr als 4° Celsius bis 2030 und um 10° Celsius bis 2040 erwartet, der ausschließlich auf der Freisetzung von Methan aus dem Nordpolarmeer beruht. Während [Malcolm Light am 9. Februar 2012 das Aussterben allen Lebens auf der Erde bis zur Mitte dieses Jahrhunderts prognostizierte](#) etwas voreilig schien, da seine Schlussfolgerung der exponentiellen Methanfreisetzung im Sommer 2011 auf Daten beruhte, die später von US-Regierungsbehörden überarbeitet und geglättet wurden. Spätere Informationen - insbesondere aus dem CARVE-Projekt der NASA - deuten auf das schwerwiegende Potenzial einer katastrophalen Methanfreisetzung hin. (Ich bezweifle, dass die industrielle Zivilisation es schafft, alles Leben auf der Erde zu töten, obwohl dies eindeutig das Ziel ist.) Die katastrophale rasche Freisetzung von Methan in der Arktis wird durch [Nafeez Ahmeds gründliche Analyse im Guardian vom 5. August 2013](#) sowie durch [Natalia Shakhovas Interview vom 29. Juli 2013 mit Nick Breeze](#) (man beachte den Ausdruck bitterer Verzweiflung bei der Acht-Minuten-Marke) bestätigt.

Die [Ausgabe der Geophysical Research Letters vom 16. August 2013 beinhaltet einen Bericht](#) über die Sibirische Karasee, wo „arktische Schelfgebiete, in denen die Freisetzung von Gas weit verbreitet ist, darauf hindeuten, dass der Permafrost stärker abgenommen hat, als bisher angenommen.“ Anfang November 2013 [verzeichnete man Methangehalte von weit über 2.600 ppb in verschiedenen Höhenlagen der Arktis](#). Später im selben Monat veröffentlichten Shakhova und Kollegen einen Artikel in [Nature Geoscience, der nahelegte](#), dass „erhebliche Mengen Methan aus dem ost-sibirischen Schelf entweichen“ und aufzeigte dass ein [Methanausstoß von 50 Milliarden Tonnen die Erde um 1,3° Celsius erwärmen könnte](#). Ein solcher Methanausbruch ist, laut Shakhova vom Juli 2013, [„jederzeit sehr gut möglich,](#)“ was [Resultate aus 2008](#) aufgreift (paradoxe Weise sagte Shakhova am 23. Mai 2015: [„Wir haben nie behauptet, dass in naher oder ferner Zukunft wahrscheinlich 50 Gigatonnen freigesetzt werden“](#)). In [Philosophical Transactions of the Royal Society](#) vom 7. September 2015 kamen Shakhova und Kollegen zu dem [Schluss, dass „das fortschreitende Auftauen von Permafrost unter Wasser und die Abnahme der Eisausdehnung zu einem signifikanten Anstieg der CH₄-Emissionen aus dem ESAS \(vgl. East Siberian Arctic Shelf\) führen könnten“](#). Erwartungsgemäß konservativer, [rechnet Peter Wadhams mit einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 0,6° Celsius innerhalb von fünf Jahren nach einer eisfreien Arktis, was mehr als ausreicht, um die Zivilisation zusammenbrechen zu lassen und Wadhams veranlasst, über das Aussterben der Menschheit nachzutrüben.](#)

[Am 15. Dezember 2013 hatte Methan, das aus dem Meeresboden des Arktischen Ozeans sprudelte, ausreichend Kraft, um die Bildung von Meereis in der Region zu verhindern](#). Knapp zwei Jahre nach seiner ersten, oftmals verunglimpften Analyse kam Malcolm Light am 22. Dezember 2013 zu dem [Schluss](#): „Wir haben den Methanhydrat-Kippunkt überschritten und beschleunigen jetzt auf dem Weg zum Aussterben, seit die Methanhydrat ‚Clathrat-Kanone‘ mit dem Abfeuern von Methansalven in

die arktische Atmosphäre begonnen hat.“ Laut der Analyse von Light von Ende 2013 wird die Temperatur der Erdatmosphäre noch vor 2100 ähnlich der Temperatur der Venusatmosphäre sein. Die Fachliteratur befasst sich [in einem Artikel in *Nature Communications* vom 9. Februar 2016](#) mit dem Thema ‚Treibhaus Erde‘: „Es wird allgemein erwartet, dass wasserreiche Planeten wie die Erde irgendwann unbewohnbar werden, da flüssiges Wasser an der Oberfläche instabil wird, wenn die Temperaturen mit der Sonnenhelligkeit ansteigen. Ob ein starker Anstieg der atmosphärischen Konzentration von Treibhausgasen wie CO₂ auch die Bewohnbarkeit wasserreicher Planeten zerstören könnte, ist unklar. Hier zeigen wir mit dreidimensionalen Simulationen von Aquaplaneten, dass ein CO₂-induzierter Antrieb ([Forcing](#)) das Klima genauso leicht destabilisiert wie solarer Antrieb. Die Klimainstabilität wird durch eine positive Wolkenrückkopplung verursacht und führt zu einem neuen Gleichgewichtszustand mit globalen mittleren Meeresoberflächentemperaturen über 330 K“ (330 Kelvin sind ungefähr 57° Celsius, verglichen mit der heutigen Temperatur von ungefähr 15° C). Zwei Wochen nach seiner Analyse aus dem Jahr 2013 [folgerte](#) Light in einem Aufsatz, in dem das kurzfristige Aussterben der Menschheit betont wurde: „Die Transportrate des Golfstroms setzte 2007 in der Arktis die Methanhydrat-Kanone (Clathrat-Kanone) in Gang, als ihre Energie pro Jahr das 10-Millionen-fache der Menge an Energie pro Jahr überstieg, die zur Spaltung von Methanhydraten in der Arktis unter Wasser benötigt wird.“ Die Fachliteratur, die wie üblich versucht, mit der Realität Schritt zu halten, beinhaltet einen Artikel aus *dem Journal of Geophysical Research: Earth Surface* vom 3. Februar 2014, der [behauptet](#), „Die auch in Zukunft anhaltende Überflutung [dieser Sedimente] sollte die Ausströmungsrate des Gases in etwa exponentiell erhöhen, da sich die Sedimente weiter aufheizen.“ Es ist daher nicht verwunderlich, dass die Clathrat-Kanone im Jahr 2007 anfang zu feuern, im gleichen Jahr, als [der Umfang des arktischen Meereises einen Umkipppunkt erreichte](#). Beweise im Überfluss für das Abfeuern der Clathrat-Kanone wurden am 9. September 2012 [hier zusammengetragen und präsentiert](#). Eine weitere Bestätigung, dass die Clathrat-Kanone abgefeuert wurde, kam von [Örjan Gustafsson von der Universität Stockholm, der am 23. Juli 2014 aus der Laptewsee berichtete](#): „Die Ergebnisse der vorläufigen Analysen der Meerwasserproben wiesen einen Gehalt an gelöstem Methan auf, der 10-50-mal höher war, als der Hintergrundwert.“ [Jason Box antwortet am 27. Juli 2014 auf diese Nachricht auf die konservative Weise, die ich mittlerweile von akademischen Wissenschaftlern erwarte](#): „Wenn du mich fragst, ist die Quintessenz dieser Nachricht: Dass der erhöhte CO₂-Gehalt der Atmosphäre durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe der Weckmechanismus für den ‚Klimadrachen‘ ist. Die Flugbahn, auf der wir uns befinden, ist im Begriff, eine außer Kontrolle geratene Erwärmung des Klimas anzufachen, die die globalen Agrarsysteme verwüsten und zu Massenhungersnöten und Konflikten führen wird. Der Anstieg des Meeresspiegels wird im Vergleich dazu ein kleines Problem sein. Später, [während eines Interviews mit Vice, das am 1. August 2014 veröffentlicht wurde, wurde Box ein wenig lockerer und sagte](#), „Selbst wenn nur ein kleiner Teil des arktischen Kohlenstoffs in die Atmosphäre freigesetzt würde, wären wir am Arsch.“ Vertrau mir, Jason, das sind wir.

Zeitgleich zur Laptewmeer-Mission wurden in Sibirien mehrere große Löcher entdeckt. Die Reaktion eines [Artikels, der am 31. Juli 2014 von *Nature* veröffentlicht](#)

[wurde](#), zeigt, dass der atmosphärische Methangehalt mehr als das 50.000-fache des üblichen beträgt. Ein Artikel in der [Ecowatch vom 4. August 2014 befasst sich mit diesen Löchern](#): „Wenn Sie sich jemals gefragt haben, ob Sie das Ende der Welt, wie wir sie kennen, zu ihren Lebzeiten erleben werden, sollten Sie diese Geschichte wahrscheinlich weder lesen noch die Diagramme studieren noch die Bilder von Methan-Blaslöchern, auch bekannt als Drachen-Rülpser, anschauen.“

Einer der Autoren von zwei [Forschungsarbeiten, die in der sibirischen Karasee verwurzelt sind, kam am 22. Dezember 2014 zu dem Schluss](#): „Wenn die Temperatur der Ozeane um zwei Grad ansteigt, wie einige Berichte vermuten, wird dies das Auftauen bis zum Äußersten beschleunigen. Ein sich erwärmendes Klima könnte zu einer explosiven Gasfreisetzung aus den seichten Gewässern führen.“ Wie wir bereits seit einigen Jahren wissen, sind 2° Celsius bereits fix.

Bis Ende Februar 2015 [war die Saga von den sibirischen Kratern „verbreiteter und beängstigender als irgendjemand gedacht hätte.“](#) einschließlich zahlreicher Berichte aus den Mainstream-Medien. Natürlich konzentrierten sich diese Berichte auf die wirtschaftlichen Auswirkungen und die Notwendigkeit weiterer Forschungsarbeit. Die Methanfreisetzung durch das Auftauen von Offshore-Permafrost wurde anhand von Untersuchungen, [die im Journal of Geophysical Research am 7. August 2015 veröffentlicht wurden](#), weiter verifiziert. Dieser Artikel beschreibt zum ersten Mal [pingo-ähnliche](#) (pingo = grüner Hügel im Permafrost) Merkmale unterhalb des Meeresbodens vor Sibirien.

In der [Ausgabe der Siberian Times vom 22. September 2015](#), einem der wenigen Medien, das bereit ist, den abrupten Klimawandel auf sinnvolle Weise zu betrachten, werden Forscher zitiert, die sagen, dass diese massiven Krater auf der Halbinsel Jamal tatsächlich durch die Freisetzung von Methan entstanden sind. Darüber hinaus werden durch weitere Ausbrüche noch mehr Krater erwartet, da der Permafrost weiter schmilzt.

Es stellt sich heraus, dass es zu diesen riesigen, Methan emittierenden Kratern der sibirischen Jamal-Halbinsel Gegenstücke unter Wasser gibt. A [paper in the 7 August 2015 issue of Journal of Geophysical Research: Earth Science connects the craters on land with those in the adjacent, shallow South Kara Sea. According a write-up in The Siberian Times](#): „Auf dem Meeresboden vor der Jamal-Halbinsel wurden große Hügel, die als Pingos bezeichnet werden, identifiziert. Ihre Entstehung beruht vermutlich auf dem Auftauen von Unterwasserpermafrost, der eine 'hohe Anhäufung' von Methan verursacht.“

Die Bedeutung von Methan kann nicht genug betont werden. Zunehmend deuten Hinweise auf einen Methanausbruch als Ursache hinter dem Großen Sterben an der Perm-Trias-Grenze hin, wie [in Proceedings of the National Academy of Sciences vom 31. März 2014 dargelegt wird](#). Wie [Malcolm Light am 14. Juli 2014 berichtet](#): „In den unterirdischen Methanhydraten der Arktis gibt es so große Methanreserven, die, wenn nur wenige Prozent freigesetzt werden, zu einem Anstieg der Durchschnitts-

die Bedeutung der trockenen Tundra werden derzeit in den meisten globalen Klimamodellen nicht simuliert.“

2. Warmes Atlantikwasser taut die Arktis auf, während es durch die Framstraße schießt (*Science*, Januar 2011). Das Ausmaß des arktischen Meereises überschritt 2007 einen Kipppunkt, [wie man Forschungsberichten *The Cryosphere* vom Februar 2013 entnehmen kann](#). Am 6. Oktober 2012, [zitiert Truth-out Peter Wadhams](#), Professor für Ozeanphysik an der Universität Cambridge: „Die Arktis ist möglicherweise bereits im Sommer 2015 eisfrei. Ein derartig massiver Verlust hätte eine Erwärmungswirkung, die in etwa der aller menschlichen Aktivitäten bis zum heutigen Tag entspricht. Mit anderen Worten, eine eisfreie Arktis im Sommer könnte die Erwärmungsrate des gesamten Planeten verdoppeln.“ Durch das sich anschließende Abschmelzen des arktischen Eises wird die Albedo verringert und somit die Absorption von Sonnenenergie verstärkt. [Die NASA stellte am 17. Dezember 2014 fest](#), „dass die Rate der absorbierten Sonnenstrahlung in der Arktis im Juni, Juli und August seit 2000 um fünf Prozent gestiegen ist. Global gemittelt entspricht diese Änderung der Albedo 25% des direkten CO₂-Ausstoßes in den letzten 30 Jahren“, so [eine am 17. Februar 2014 in *Proceedings of the National Academy of Sciences* veröffentlichte Studie](#). Die Destabilisierung der tiefen Tiefenzirkulation im Atlantik könnte laut einem Bericht [vom 21. Februar 2014 aus *Science* „eher sprunghaft und abrupt anstatt schrittweise ansteigen“ wie zuvor bereits erwartet](#). Die Modelle unterschätzen weiterhin die Ergebnisse in Bezug auf [die gemeldeten](#) Beobachtungen vom 10. März 2014 in den *Geophysical Research Letters*. Betrachten Sie zum Beispiel die [Ausdünnung „um mehr als 50 Meter seit 2012 - etwa ein Sechstel seiner ursprünglichen Dicke - und dass es jetzt 25-mal schneller fließt“](#), wie am [23. Dezember 2014 in den *Geophysical Research Letters* berichtet wurde](#). Das schnelle Abschmelzen des Eises in der Region wird [in den *Geophysical Research Letters* vom Juni 2015 durch Warmluft-Advektion, Luftmassentransformation und Nebel erklärt](#).

3. Torf in den borealen Wäldern der Welt zersetzt sich erstaunlich schnell (*Nature Communications*, November 2011)

4. Ozon, ein starkes Treibhausgas, trägt ebenfalls zum Absterben von Bäumen bei ([Global Change Biology, November 2011](#)). Die Baumsterblichkeit verringert die Aufnahme von atmosphärischem Kohlendioxid und erhöht stattdessen den Anteil von Kohlendioxid in der Atmosphäre. Waldsterben durch atmosphärisches Ozon ist das Hauptthema, mit dem sich Gail Zawacki auf [Wit's End](#) befasst. Die Analyse troposphärischer Daten hat laut einer Veröffentlichung in *Nature Communications*, Ausgabe vom 13. Januar 2016, erhöhte Ozonwerte mit indonesischen Waldbränden in Verbindung gebracht. Ozon ist wie Methan ein starkes, aber kurzlebiges Treibhausgas. [In der Zusammenfassung heißt es](#): „Diese Studie deutet darauf hin, dass die Verbrennung von Biomasse im abgelegenen TWP

(Tropical Western Pacific) eine größere Rolle für den Strahlungsantrieb des Klimas spielt, als bisher allgemein angenommen wurde.“

5. Das Eindringen von hohen Sträuchern erwärmt den Boden und destabilisiert so den Permafrost (*Environmental Research Letters*, März 2012). Eine weitere Aufklärung dieses Phänomens umfasste die Untersuchung von 25 Arten und etwa 42.000 jährliche Wachstumsaufzeichnungen von 1.821 Individuen, wie [die Online-Ausgabe von Nature Climate Change am 6. Juli 2015 berichtet](#).

6. [Das grönländische Eis verdunkelt sich \(The Cryosphere, June 2012\)](#) und wie [Nature Geoscience am 8. Juni 2014 berichtet](#), „führt eine Verringerung der Albedo von Neuschnee um 0,01 zu einem jährlichen Oberflächenmassenverlust von 27 Gigatonnen“. [Jede Reduzierung der Albedo ist eine Katastrophe, sagt Peter Wadhams, Leiter der Polar Oceans Physics Group an der Universität Cambridge. Robert Scribner wies am 1. August 2014 darauf hin](#), „dass wir den Stöpsel herausgezogen haben, und wie Wasser, das eine Wanne verlässt, jetzt eine Beschleunigung im Gange ist: „Eine starke Verdunkelung der Oberfläche des Eisschildes, insbesondere in der Nähe der Schildkante, führt dazu, dass mehr Sonnenenergie vom Eisschild absorbiert wird. Jüngste Studien haben gezeigt, dass das Schmelzen der Kanten zu einer schnellen Destabilisierung führt und die Gletscherflüsse beschleunigt, weil das Eis an der Kante traditionell wie eine Wand wirkt und das zentralere und dichtere Packeis zurückhält.“ Jason Box offenbart seine Überraschung darüber in diesem [Fotoessay vom 29. Oktober 2014](#). [Ein Artikel in Proceedings of the National Academy of Sciences vom 15. Dezember 2014](#) liefert das erste umfassende Bild darüber, wie das Eis in Grönland verschwindet und [kommt zu dem Schluss, dass "Grönland in naher Zukunft schneller Eis verlieren könnte als bisher angenommen."](#) Eine Untersuchung, [die am 17. Dezember 2015 in Nature veröffentlicht wurde, berechnet den räumlichen Verlust von Eismasse der gesamten grönländischen Eisdecke von 1900 bis heute und stellt fest, dass „viele Gebiete, die sich derzeit verändern, mit denen identisch sind, die im Laufe des 20. Jahrhunderts eine erhebliche Ausdünnung erfahren haben.“](#) Laut einem der Autoren der Studie [„ist die durchschnittliche Massenverlustrate in den letzten zehn Jahren viel höher als zu irgendeinem anderen Zeitpunkt in den letzten 115 Jahren.“](#) Zur Geschwindigkeit der Eisschmelze auf Grönland trägt auch die Wolkendecke bei. Ein [Artikel in Nature Communications vom 12. Januar 2016 zeigt](#), dass Wolken bei der Erwärmung der grönländischen Eisdecke eine größere Rolle spielen, als bisher angenommen wurde. Wolken schließen die Hitze ein und machen so bis zu 30% der laufenden Schmelze des Eisschildes aus. Laut einem [Artikel vom 3. März in The Cryosphere](#) begann die Verdunkelung des grönländischen Eisschildes um 1996 herum dafür zu sorgen, dass deutlich weniger Sonnenstrahlung reflektiert wurde, wobei das Eis ab diesem Zeitpunkt 2% mehr Sonnenenergie pro Jahrzehnt absorbierte. „Die zukünftige Verdunkelung wird wahrscheinlich unterschätzt“, heißt es in der Zusammenfassung des Artikels.

7. Methan wird auch unter dem antarktischen Eis freigesetzt (*Nature*, August 2012). Diese dritte primäre Methanquelle ist - neben dem Permafrost und dem flachen Meeresboden - möglicherweise enorm. Laut einer [Veröffentlichung von Scientific Reports vom 24. Juli 2013](#) hat die Antarktis in punkto Schmelzrate [die Arktis eingeholt](#) und die westantarktische Eisfläche verliert [nach CryoSat-Beobachtungen, die am 11. Dezem-](#)

[ber 2013 veröffentlicht wurden](#), jährlich über 150 Kubikkilometer Eis. Und das bröckelnde Larsen-B-Schelf der Antarktis steht kurz vor dem völligen Zusammenbruch, [so Ted Scambos, ein Glaziologe am National Snow and Ice Data Center beim jährlichen Treffen der American Geophysical Union](#). Am [12. September 2014 kam ein Bericht in Science zu der Schlussfolgerung](#), dass der große Zusammenbruch des Larsen-B-Schelf 2002 aus örtlichen, warmen Lufttemperaturen resultierte, was die Wichtigkeit von globaler und lokaler Erwärmung auf die Dynamik von Eis zeigt. Zwei Tage später [legt ein Artikel in Nature Climate Change nahe, dass diese Temperaturempfindlichkeit zeigt. „dass zukünftige Niederschlagszunahmen die durch die Erwärmung der Atmosphäre verursachte Schmelze der peripheren Gletscher der Antarktischen Halbinsel wahrscheinlich nicht ausgleichen werden.“](#) Eine [Studie, veröffentlicht am 1. Juni 2015 in Earth and Planetary Science Letters](#), stellt fest, dass der letzte verbliebene Abschnitt des antarktischen Larsen-B-Schelfeises, das 2002 teilweise zusammengebrochen ist, schnell schwächer wird und sich wahrscheinlich vor Ende des Jahrzehnts vollständig auflöst haben wird. In der Zwischenzeit steht laut einem [Artikel vom 13. Mai 2015 in The Cryosphere](#) auch das Larsen-C-Schelf kurz vor dem Kollaps. Ein [Artikel in der Online-Ausgabe von Nature Climate Change vom 8. Februar 2016](#) untermauert frühere Erkenntnisse über den Kollaps wichtiger Eisschelfgebiete in der Antarktis. Einige dieser so genannten "Sicherheitsbänder", die so groß wie ganze Länder sind, sind äußerst dynamisch und daher anfällig für ein schnelles Auseinanderbrechen. [Die Verlustrate im Zeitraum 2010-2013 war doppelt so hoch wie im Zeitraum 2005-2010, wie aus einer Veröffentlichung in Geophysical Research Letter vom 16. Juni 2014 hervorgeht](#). Bis Mitte Mai 2015 war der plötzliche Eisverlust in der Antarktis groß genug, um das Gravitationsfeld der Erde zu beeinflussen, wie [in der Ausgabe von Science vom 21. Mai 2015 berichtet wird](#). Laut der Aussage von [Eric Rignot, Klimaforscher bei der NASA von Anfang 2015, „ist die Sicherung durchgebrannt.“](#) Rignot erklärte diesen „erschütternden“ Moment und wies auch auf die völlige Unfähigkeit der Klimaforscher hin, der Öffentlichkeit die Situation zu erklären. [Laut einer Studie, veröffentlicht in Science vom 26. März 2015](#), „haben die Verluste in der Westantarktis in den letzten zehn Jahren um 70% zugenommen und der frühere Zuwachs an Volumen des ostantarktischen Schelfeises aufgehört.“ Der Eisverlust in der Antarktis beschleunigt sich sogar in Regionen, die man lange für stabil gehalten hatte, wie [am 24. July 2013 in Scientific Reports dokumentiert wurde](#). Basierend auf Gravitationsdaten, die [am 1. April 2015 in Earth and Planetary Science Letters veröffentlicht wurden](#) hat die „massive Eisschicht der Antarktis im westlichen Teil während des letzten Jahrzehnts doppelt so viel Eis verloren wie sich im Osten bildete, so die Forscher der Princeton University, die insgesamt zu dem Schluss kamen, dass die Eiskappe des südlichen Kontinents immer schneller schmilzt.“ Die Erzählung von ‚schneller als gedacht‘ setzte sich bis zum 10. Juli 2015 fort, als ein [Bericht in Science Advances](#) offenlegte, dass geothermische Aktivität zum schnellen Abschmelzen des westantarktischen Eisschildes beiträgt. Die [Nature Geoscience vom 14. März 2016 enthält einen Artikel über das Schelfeis der Antarktis und kommt zu dem Schluss](#), „dass der Masseverlust des Schelfeises vor allem in der Westantarktis weiter ansteigt, wo warmes Meerwasser in die Hohlräume unter den Schelfeisschichten gelangt. ... Wir schließen daraus, dass die basalen Kanäle infolge des Eindringens von warmem Meerwasser schnell entstehen und wachsen können und außerdem, dass sie das Schelfeis strukturell schwächen können, was möglicherweise zu einem

rapiden Verlust an Schelfeis in einigen Regionen führen wird.“ Ein [Bericht in Nature Communications vom 20. Juni 2016](#) besagt: „Wir melden hier die Entdeckung einer massiven Eisschicht unter der Oberfläche mit einem Durchmesser von mindestens 16 km, einer Länge von mehreren Kilometern und einer Tiefe von mehreren zehn Metern. Sie befindet sich in einem Gebiet mit starker Schmelze und der zwischenzeitlichen Bildung von stehendem Wasser auf dem Larsen C-Schelf in der Antarktis. Wir kombinieren optische Bohrlochfernmessungen, Radarmessungen mit Fernerkundung und Firnmodellierung, um die Schicht zu untersuchen, was bisher nur in Modellen für Bruch und Strömung von Eisschelf verwendet wurde. Sie erweist sich als um $\sim 10^\circ$ Celsius wärmer und ~ 170 kg pro m^3 dichter, als man mangels der Bildung von stehendem Wasser erwarten konnte.“ Die Antarktische Halbinsel ist einer der sich am schnellsten erwärmenden Orte der Erde und es wurde angenommen, dass die steigende Lufttemperatur das Abschmelzen der Gletscher an ihrem Rand vorantreibt. Tatsächlich aber ist es warmes Meerwasser, das sich entlang eines Teils der Westseite ins Eis frisst, wie eine Gruppe von Wissenschaftlern [am 15. Juli 2016 in Science](#) berichtete. [Eine weitere Bestätigung großer Methanfreisetzungen sind nachleuchtende Wolken über der südlichen Hemisphäre vom 21. November 2013 bis zum 6. Dezember 2013.](#)

Und nicht nur in der Antarktis sprudeln Methanhydrate aus dem Eis. Die Eisschilde der Arktis verbergen möglicherweise auch riesige Wasserreservoirs, wie [Nature Communications am 7. Januar 2016 berichtet](#). Die Zusammenfassung erläutert, dass die kürzlich erfolgte Datierung der Stellen, wo Methan freigesetzt wird, darauf hindeutet, dass die Gasfreisetzung seit vielen Jahrtausenden andauert. Hier synthetisieren wir Beobachtungen von ~ 1.900 Flüssigkeitsentweichungsmerkmalen - Pockennarben und aktiven Gasfackeln – entlang des zuvor vergletscherten arktischen Randes durch thermomechanische Modellierung der Eisdecke und der Stabilitätszone für Gashydrate. Unsere Ergebnisse zeigen, dass selbst bei konservativen Schätzungen der Eisdicke bei gemäßigten subglazialen Bedingungen eine 500 m dicke Stabilitätszone für Gashydrate - die als Methansenke dienen könnte - unter der Eisdecke existierte. Darüber hinaus haben wir festgestellt, dass in Wassertiefen von 150 bis 520 m die Methanfreisetzung auch durch ein 20 km breites Fenster zwischen der Stabilitätszone unter Wasser und dem subglazialen Gashydrat bestehen blieb. Dieses Fenster öffnete sich als Reaktion auf die post-glaziale Klimaerwärmung und das Abschmelzen, wodurch die Freisetzung von Methan im arktischen Schelf ermöglicht wurde.“

8. Wald- und Moorbrände nehmen zu (zunächst in Russland nach Angaben der NASA vom August 2012), [offenbar ein Phänomen in der gesamten nördlichen Hemisphäre](#) (*Nature Communications*, July 2013). Die *New York Times* [berichtet](#) in ihrer Ausgabe vom 1. Juli 2013 von heißeren und trockeneren Bedingungen, die zu gewaltigen Bränden im Westen Nordamerikas führen. Eine [Abhandlung in Proceedings of the National Academy of Sciences vom 22. Juli 2013](#) zeigt, dass boreale Wälder in einem Ausmaß brennen, das über dem der letzten 10.000 Jahre liegt. Das Los Alamos National Laboratory [realisierte es im selben Monat](#). Laut Berichten des kanadischen Interagency Fire Center [verbrannten bis zum Frühsommer 2014 insgesamt mehr als sechs Mal so viele Hektar wie in einem typischen Jahr. Dieses Ausmaß an Verbrennung ist nicht nur für dieses Jahrhundert beispiellos, sondern, wie die Basisdaten besagen, für jeden Zeitraum in Kanada während der letzten 10.000 Jahre.](#)

Eine [umfassende Bewertung der Verbrennung von Biomasse, veröffentlicht im *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* vom 21. Juli 2014](#), erklärt den größten Teil des globalen, durchschnittlichen Temperaturanstiegs und erklärt auch, dass die Verbrennung von Biomasse pro Gewichtseinheit eine viel stärkere globale Erwärmung verursacht, als andere mit Menschen in Verbindung stehende Kohlenstoffquellen. Anfang [August 2014 brannten die Feuer in der Tundra nur 70 Meilen südlich des arktischen Ozeans](#) und die [Brände schufen durch Pyrokumuluswolken ihr eigenes Wetter. Laut einem Bericht, veröffentlicht in *Nature Communications* am 14. Juli 2015](#), hat sich die Dauer der Brandsaison seit 1979 um fast 20% erhöht.

Auch die Ursachen für Feuerausbrüche nehmen zu. [Laut einer Veröffentlichung in *Science* vom 14. November 2014](#), trägt jeder Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 1° Celsius zu einem Anstieg der Blitzeinschläge um $12 \pm 5\%$ bei. In einer Veröffentlichung in der Online-Ausgabe von *Proceedings of the National Academy of Sciences* vom 6. Oktober 2015 wird beschrieben, wie der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 0,5° Celsius im Zusammenhang mit der mittelalterlichen Klimaanomale steht - im Allgemeinen als Mittelalterliche Warmzeit bezeichnet - und zu einer erheblichen Vergrößerung der verbrannten Fläche beigetragen hat. Laut der Zusammenfassung: „erhöhte die Erwärmung von ca. 0,5° Celsius vor ca. 1000 Jahren den Prozentsatz unserer Untersuchungsgebiete, die pro Jahrhundert verbrannten, um ca. 260%, bezogen auf die letzten knapp 400 Jahre.“

Gemäß einem Bericht, [der am 16. März 2016 von *Global Ecology and Biogeography* veröffentlicht wurde, wirkt sich der Klimawandel nachteilig auf die Fähigkeit der Wälder der Rocky Mountains aus, sich von Waldbränden zu erholen](#). Insbesondere warme, trockene Bedingungen in den Jahren nach Bränden behindern das Wachstum und die Ansiedlung empfindlicher, neuer Setzlinge. Der Klimawandel trägt nicht nur zu immer größeren Bränden in der Region bei, wodurch die Wälder sterben, sondern dieselben Bedingungen, die zu immer größeren Bränden beitragen, reduzieren auch den Nachwuchs nach den Feuern.

9. [Die Rissbildung in Gletschern beschleunigt sich in Gegenwart von höheren Kohlendioxidwerten](#) (*Journal of Physics D: Applied Physics*, Oktober 2012)

10. Die Richtung des Beaufortwirbels (vgl. [Eisdrift in der Arktis](#)) [hat sich offenbar umgekehrt](#) (*Nationales Schnee- und Eis-Datenzentrum der USA*, Oktober 2012). Die Mechanismen dieses Prozesses erklärt die Woods Hole Oceanographic Institution [hier](#).

11. [Die Exposition gegenüber Sonnenlicht erhöht die bakterielle Umwandlung von exponiertem Bodenkohlenstoff und beschleunigt so das Auftauen des Permafrosts](#) (*Proceedings of the National Academy of Sciences*, Februar 2013). Die anschließende Freisetzung von Kohlenstoff „dürfte den gesamten Nettoverlust an Kohlenstoff aus der Tundra in die Atmosphäre mehr als verdoppeln“, wie [in der Ausgabe von *Ecology* vom März 2014 berichtet wird](#). Der arktische Permafrost enthält [laut NASA](#) etwa die Hälfte des in der Erde gespeicherten Kohlenstoffs, schätzungsweise 1.400 bis 1.850 Petagramm (1 Petagramm = 1 Gigatonne), [mehr als doppelt so viel, wie bereits jetzt in der Atmosphäre ist](#). Die Chemie von Torf ändert sich mit fortschreitender Erwär-

mung, was den Prozess wiederum beschleunigt, wie [am 7. April 2014 in *Proceedings of the National Academy of Science* berichtet wird.](#)

12. Auch die Mikroben sind jetzt mit im Spiel ([23. Februar 2013, *New Scientist*](#)). Ein [daran anschließender Artikel in *Nature* vom 22. Oktober 2014](#) hebt die [Schlüsselrolle einer einzelnen Mikrobenart bei der Verstärkung des Klimawandels](#) hervor.

13. Laut einem [Artikel in *Science* vom 12. April 2013](#), ist eine [enorme Methanfreisetzung aus dem Permafrost von Alaska nahezu unvermeidlich](#), weshalb ich mich frage, wo sich die Autoren bisher versteckt haben. *Nahezu unvermeidlich* nennen sie ein bereits ablaufendes Ereignis. [Bäume kippen um und sterben, weil der Permafrost auftaut](#), was zeigte, wie sich selbst verstärkende Rückkopplungseffekte gegenseitig füttern. [Ein Artikel in der Online-Ausgabe von *Nature* vom 6. April 2015 endet mit der Feststellung:](#) „Es wird erwartet, dass die Wärmeerzeugung nicht nur den organischen Kohlenstoffabbau und möglicherweise die Kohlenstoffemissionen in die Atmosphäre beschleunigt, sondern auch der Umkipppunkt sein könnte, der zum Verlust von Nachweisen für die frühe Menschheitsgeschichte in der Arktis führt, die bis dato in den oberen Lagen des Permafrosts sehr gut konserviert wurden.“ Der schnell abtauende Permafrost ist laut einem [Artikel in *Geophysical Research Letters* vom 27. April 2015](#) größtenteils neueren Datums und führt zu einem [„unkontrollierbaren Effekt.“](#) Der daraus resultierende Kohlenstoff gelangt [„rasend schnell in die Atmosphäre“](#), wie einer [Analyse aus *Geophysical Research Letters* vom 27. April 2015](#) zu entnehmen ist. Ein [Artikel des *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* vom 1. Februar 2016 zeigt, dass die wissenschaftliche Literatur endlich in der Realität dieser verheerenden Situation angekommen ist:](#) „Unsere Ergebnisse legen nahe, dass sich dieses subarktische Tundra-Ökosystem von seiner historischen Funktion als Kohlenstoffsenke entfernt und zu einer Quelle wird.“ Langsamer erreicht [ein Artikel der *Climate Change Responses* vom 12. März 2016](#) die Realität und zeigt auf, dass „die großen Kohlenstoffvorräte in den grasartigen Böden einer sich erwärmenden Arktis anfälliger für Mineralisierungen sein sollten.“ Mit anderen Worten, die Klimaerwärmung beschleunigt die Freisetzung von Kohlenstoff aus auftauenden arktischen Böden. Einem Bericht der [Environmental Research Letter vom 20. Juni 2016](#) zufolge, hat sich das Auftauen des Permafrosts in einigen arktischen Regionen in den letzten 50 Jahren vervierfacht.

14. [Die Sommereisschmelze in der Antarktis ist auf dem höchsten Stand seit tausend Jahren:](#) Das Sommereis in der Antarktis schmilzt zehnmal schneller als noch vor 600 Jahren, wobei die höchste Geschwindigkeit in den letzten 50 Jahren aufgetreten ist ([Nature Geoscience, April 2013](#)). Laut einer [Veröffentlichung der *Geophysical Research Letters* vom 4. März 2014](#), in der davon ausgegangen wird, dass sich die regionale Temperatur in den kommenden Jahrzehnten relativ wenig verändern wird, „sanken die modellierten Meereiskonzentrationen im Sommer bis 2050 um 56% und bis 2100 um 78%“ (Robert Scribblers eingehende Analyse ist [hier](#)). Die *New York Times* zitiert am 21. Mai 2014 einen in Kürze erscheinenden Artikel in *Science* und *Geophysical Research Letters* und [berichtet:](#) „Ein großer Teil des mächtigen, westantarktischen Eisschildes beginnt sich aufzulösen und sein fortschreitendes Abschmelzen scheint nicht mehr aufzuhalten zu sein. ... Diese neue Erkenntnis scheint

die Erfüllung einer Voraussage zu sein, die 1978 von einem angesehenen Glaziologen, John H. Mercer von der Ohio State University, getroffen wurde. Er skizzierte die Anfälligkeit der westantarktischen Eisdecke und warnte, dass die schnelle Freisetzung von Treibhausgasen durch den Menschen eine "drohende Katastrophe" heraufbeschwört.

Obwohl Wissenschaftler seit langem Besorgnis über die Instabilität der westantarktischen Eisdecke (WAIS) geäußert haben, weist ein Forschungsbericht, der am 28. August 2013 von *Nature* veröffentlicht wurde, [darauf hin, dass sich auch der ostantarktische Eisschild \(EAIS\) in den letzten fünf Jahrzehnten rasant verändert hat](#). Letzterer ist der größte Eisschild der Erde und bislang wurde angenommen, dass der Klimawandel für ihn kaum eine Bedrohung darstellt. Aber er hat sich in den letzten fünf Jahrzehnten so rapide verändert, dass es auf eine potenzielle Bedrohung des globalen Meeresspiegels hindeutet. Der EAIS besteht aus genügend Wasser, um den Meeresspiegel um mehr als 50 Meter anzuheben. Laut einer Veröffentlichung [desselben Magazins vom Juli 2014](#), haben sich die Westwinde der südlichen Hemisphäre seit den 1950er-Jahren verstärkt und in Richtung Pol verschoben, wodurch die Schmelzrate in einem Maß beschleunigt wurde, das - Sie haben es bestimmt erraten - [„die Forscher schockierte.“](#) Eine [Abhandlung, die Ende 2014 auf dem Treffen der American Geophysical Union präsentiert wurde, endet mit den Worten](#): „Eine umfassende 21-jährige Analyse der am schnellsten schmelzenden Region der Antarktis hat ergeben, dass sich die Schmelzrate der Gletscher in den letzten zehn Jahren verdreifacht hat.“ Die [Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 16. März 2015 verstärkt das Elend](#) und identifiziert ein Abschmelzen unterhalb des Totten-Gletschers. Insbesondere ein Aufsatz, [veröffentlicht am 19. Mai 2016 in Nature glaubt](#), dass beim Totten-Gletscher „wiederholt ein groß angelegter Rückgang und erneute Zunahme“ möglich sind, wobei die Forscher [zur Schlussfolgerung kommen, dass der Gletscher „sehr instabil ist.“](#)

Ein [Artikel in Nature Geoscience vom 12. Oktober 2015 berichtet](#), dass das Eis in der Antarktis so schnell schmilzt, dass um 2100 die Stabilität des gesamten Kontinents gefährdet sein könnte. Das weit in der Zukunft liegende Datum ist natürlich keine Überraschung. Der Artikel verwendet jedoch zwei Emissionsszenarien, um eine Verdoppelung der Oberflächenschmelze der Schelfeisflächen bis 2050 vorherzusagen und mit einem Emissionsszenario drohen die Schelfeisflächen der Antarktis bis zum Ende des Jahrhunderts zu kollabieren.

Laut einem [Artikel in der Online-Ausgabe der Proceedings of the National Academy of Sciences vom 2. November 2015](#), „wird der gesamte Meereisschild in den Ozean abgeleitet, wenn der Amundsen-Meersektor destabilisiert ist.“ Dies scheint das Eingeständnis des „sich selbst tragenden Eis-Abflusses aus der Westantarktis“ zu sein.

Laut einem [in der Ausgabe von Nature Communications vom 26. November 2015 veröffentlichten Artikel](#), sind „Auslassgletscher, die in einem im Landesinneren tieferen und unter dem Meeresspiegel liegenden Bett liegen, potenziell anfällig für ‚Instabilität der Meereisdecke‘. Diese Instabilität, die zu einem unkontrollierbaren Eisverlust führen kann, wurde in Modellen simuliert, aber ihre Folgen wurden in geologischen Aufzeichnungen nicht direkt beobachtet. Hier stellen wir neue Altersangaben für die Oberflächenexposition eines Auslasses des ostantarktischen Eisschildes zur

Verfügung, die eine rasche Ausdünnung der Gletscher vor etwa 7.000 Jahren ohne große Umweltveränderungen belegen. Die Ausdünnung der Gletscher dauerte mehr als zweieinhalb Jahrhunderte an und führte zu einem Eisverlust von Hunderten von Metern.“

15. Erhöhte Temperatur und Trockenheit im südwestlichen Inneren Nordamerikas erleichtern den [Transport von Staub niedriger Wüsten zu Schneeflächen in großer Höhe](#), und beschleunigen so die Schneeschmelze, wie [die Ausgabe von Hydrology and Earth System Sciences am 17. Mai 2013 vermeldet](#).

16. [Überschwemmungen in Kanada senden schlammige Wassermassen durch das Mackenzie-Delta in das Beaufort-Meer und färben so weite Teile des Arktischen Ozeans in der Nähe des Mackenzie-Deltas braun](#) (NASA, June 2013). Bilder dieses Phänomens zeigt die [NASA auf dieser Website](#).

17. Oberflächenschmelzwasser, das durch Risse in einer Eisdecke abfließt, kann die Eisdecke von innen erwärmen, das Eis erweichen und schneller fließen lassen. Dies geht aus einer Studie hervor, die zur Veröffentlichung im [Journal of Geophysical Research: Earth Surface \(Juli 2013\) zugelassen wurde](#). Weitere Unterstützung bekam diese Idee [in der Ausgabe von Nature Communications vom 29. September 2014](#). Offenbar wurde in Grönland ein [Heinrich-Ereignis](#) ausgelöst. Lesen Sie die Beschreibung eines solchen Ereignisses [von Robert Scribner vom 8. August 2013](#):

Bei einem Heinrich-Event erreichen die Schmelzkräfte schließlich einen Umkipppunkt. Das wärmere Wasser hat die Eisdecke stark aufgeweicht. Unter dem Eis fließen wahre Wasserfluten. Eisteiche wachsen zu großen Seen heran, die sich sowohl über als auch unter dem Eis ausbreiten können. Große Eisdämme (im Original ‚ice dams‘ - Verdammungen) können sich bilden oder auch nicht. Während dieser ganzen Zeit beschleunigen sich Eisbewegung und Schmelze. Schließlich ist ein entscheidender Umkipppunkt erreicht und in einem einzelnen Großereignis oder einer Reihe solcher Ereignisse wird eine massive Welle aus Wasser und Eis nach außen gespült, wenn der Eisschild in einen völlig chaotischen Zustand übergeht. Tsunamis aus Schmelzwasser schießen mit ihren riesigen Flotillen (im Original ‚Floatillas‘ – von to float) von Eisbergen (im Original ‚Eisburgs‘) heraus oder herab und tragen in hohem Maße zum Anstieg des Meeresspiegels bei. Und dann beginnt das Wetter, wirklich ekelhaft zu werden. Im Falle Grönlands ist das Zielgebiet für solche Ereignisse der gesamte Nordatlantik und letztendlich die nördliche Hemisphäre.

Basierend auf Daten von 2011, kommt ein Artikel aus der [Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 13. Juli 2015](#) zu dem Resultat: „Da erwartet wird, dass die Advektion von warmen, feuchten Luftmassen und Niederschlägen über Grönland in den kommenden Jahrzehnten zunehmen wird, deuten unsere Erkenntnisse auf eine zuvor ungeahnte Verwundbarkeit des grönländischen Eisschildes durch den Klimawandel hin.“ Kurz gesagt, es wurde gezeigt, dass das Abschmelzen des [„grönländischen Eisschildes sich als Reaktion auf Niederschläge an der Oberfläche und Eisschmelze im Zusammenhang mit spätsommerlichen und herbstlichen, zyklonischen Wetterereignissen beschleunigte.“](#)

18. Der Zusammenbruch der [thermohalinen Zirkulation](#) vollzieht sich [sowohl in der Antarktis als auch in der Arktis](#), wodurch [der antarktische Permafrost schmilzt](#) (*Scientific Reports*, Juli 2013). [Wie in Nature Climate Change vom 2. März 2014 berichtet wird](#), sank in den vergangenen 60 Jahren wegen schmelzender Gletscher und stärkeren Niederschlägen der Salzgehalt an der Meeresoberfläche vor der Küste der Antarktis.

19. Durch den Verlust von Meereis in der Arktis wird der Temperaturgradient zwischen den Polen und dem Äquator verringert, wodurch [der Jetstream verlangsamt wird und zu schlingern beginnt](#) (siehe insbesondere die [die Arbeit von Jennifer Francis](#) und [diesen Artikel aus der Washington Post vom 20. November 2014](#)). [Der extremste gemessene Dipol trat 2013-2014 auf](#), wie [Geophysical Research Letters berichtet](#). Ein Ergebnis ist die Entstehung von [Wetterblockaden kürzlich bei den sehr hohen Temperaturen in Alaska](#). Über diesen sogenannten „Polarwirbel“ wurde 2013 in den Vereinigten Staaten häufig berichtet und [erregte die Aufmerksamkeit der akademischen Gemeinschaft](#), als die Dürre 2013-2014 die Ernteproduktion in Kalifornien bedrohte. Es treten außerdem extreme Wetterereignisse auf, wie [Nature Climate Change am 22. Juni 2014 berichtete](#). Diese, auch [Rossby-Wellen](#) genannten, [atmosphärischen Ereignisse nehmen zu](#), wie [Proceedings of the National Academy of Science am 11 August 2014 vermeldet](#). Eine [von Francis mitverfasste Abhandlung, veröffentlicht in Environmental Research Letters am 6. Januar 2015](#) endet folgendermaßen: „Diese Ergebnisse legen nahe, dass sich die Arktis als Reaktion auf steigende Treibhausgaskonzentrationen schneller erwärmt als irgendein anderer Ort. Die Anzahl extremer Wetterereignisse, die durch bleibende Jet-Stream-Muster verursacht werden, wird zunehmen.“ In Bezug auf die Rossby Waves enthält ein [Artikel im Journal of Geophysical Research: Atmospheres vom 24. April 2015 diesen Kommentar](#): „Wir fanden auch einen positiven Rückkopplungsmechanismus, der auf die abnormale, meridionale Zirkulation zurückzuführen ist, die die mittleren Breiten abkühlt und die Arktis erwärmt. Dadurch wird die arktische Luftsäule zusätzlich erwärmt, was etwa 60% der direkten Oberflächenwärmeabgabe durch den Rückgang des Meereises entspricht.“ Weitere Bestätigung erfuhr Francis' Arbeit in der [Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 31. August 2015 in einem Artikel mit dem Titel „Zwei unterschiedliche Einflüsse der arktischen Erwärmung auf kalte Winter in Nordamerika und Ostasien.“](#) Als ein [Ergebnis des Polarwirbels](#), wird [borealer Torf knochentrocken und fängt Feuer wie ein Kohleflöz](#) (siehe auch [dieser Artikel in Nature](#), online veröffentlicht am 23. Dezember 2014, der darauf hinweist, dass „die Menge an Kohlenstoff, die in Torf gespeichert ist, die in der Vegetation gespeicherte übersteigt und eher eine ähnliche Größenordnung hat, wie der derzeitige, atmosphärische Kohlenstoffspeicher“). Der daraus entstehende Ruß gelangt in die Atmosphäre, sinkt wieder zu Boden und bedeckt die Eisoberfläche an anderer Stelle. Dadurch wird die Albedo verringert und das Schmelzen des Eises beschleunigt. Über jedes dieser individuellen Phänomene wurde, wenn auch selten, berichtet, aber meines Wissens wurde über diesen Punkt hinaus noch kein Zusammenhang hergestellt. Die Unfähigkeit oder mangelnde Bereitschaft der Medien, zwei Punkte zu verbinden, kommt nicht überraschend, denn darüber wurde regelmäßig berichtet (kürzlich [hier](#)) mit Bezug auf den Klimawandel und Waldbrände) (Juli 2013).

20. [Das arktische Eis wird dunkler, seine Reflektionsfähigkeit nimmt ab](#) (siehe auch- [Nature Climate Change, August 2013](#)).

21. [Extreme Wetterereignisse treiben den Klimawandel voran](#), wie in [Nature vom 15. August 2013 berichtet wird](#). Details werden durch Modellierung in [Global Biogeochemical Cycles vom 6. Juni 2014 erläutert](#). Weitere Daten und Erläuterungen finden Sie in der [Online-Ausgabe von Nature Climate Change vom 27. April 2015](#).

[Das Bulletin der American Meteorological Society veröffentlichte in seiner Dezemberausgabe 2015 den Titel „Erklärung der extremen Ereignisse des Jahres 2014 aus klimatischer](#)

[Sicht“](#) und stützte sich auf Schlussfolgerungen von 32 internationalen Wissenschaftlerteams, die 28 verschiedene Wetterereignisse untersuchten. [Die Ergebnisse dieses Berichts](#), der am 5. November 2015 veröffentlicht wurde, beinhalten Folgendes:

„Menschliche Aktivitäten wie Treibhausgasemissionen und Landnutzung haben im Jahr 2014 bestimmte extreme Wetter- und Klimaereignisse beeinflusst, einschließlich tropischer Wirbelstürme im Zentralpazifik, starker Niederschläge in Europa, Dürre in Ostafrika und erdrückende Hitzewellen in Australien, Asien und Südamerika.“

[Ein Artikel in Proceedings of the National Academy of Sciences vom 13. Juni 2016 besagt](#), dass atmosphärische Aerosole Gewitterwolken verstärken und so zu extremem Wetter führen. Die Fülle von Aerosolpartikeln in der Atmosphäre - die ihr ständig durch

industrielle Aktivität zugeführt werden - kann die Lebensdauer großer Gewitterwolken, durch Verzögerung der Regenfälle, verlängern, die Wolken größer und langlebiger werden lassen und extremere Stürme erzeugen. Seit vielen Jahren warnen Wissenschaftler, dass einzelne Wetterereignisse nicht auf den Klimawandel zurückgeführt werden können. Mittlerweile aber *können* spezifische Extremwetterereignisse dem Klimawandel zugeschrieben werden. Ein 200-seitiger [Bericht der Nationalen Akademien für Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Medizin vom März 2016 untersucht](#) den aktuellen Stand der Wissenschaft im Bereich der Zuordnung von Extremwetter und zeigt Wege auf, wie die Wissenschaft vorangebracht werden kann, um die Leistungsfähigkeit bei der Zuordnung zu verbessern.

22. Dürrebedingte Baumsterblichkeit trägt zu einer verstärkten Freisetzung von Kohlendioxid in die Atmosphäre und einer verringerten Einlagerung von atmosphärischem Kohlendioxid bei. Eine solche Sterblichkeit ist weltweit zumindest seit [November 2000 in Nature](#) dokumentiert, wobei die jüngsten Zusammenfassungen [in Nature vom Februar 2013 die Tropen](#), in [Frontiers in Plant Science vom August 2013 die gemäßigten Breiten von Nordamerika](#) und [in Science vom 21. August 2015 die borealen Wälder](#) behandeln. Die Situation wird durch Schädlinge und Krankheiten verschärft, da Bäume, die durch veränderte Umweltbedingungen belastet sind, zunehmend anfällig für Erreger wie [Borkenkäfer](#) und [Misteln](#) (weitere Beispiele gibt es zuhauf).

Ein äußerst wichtiges Beispiel für dieses Phänomen tritt im Amazonasgebiet auf, wo im Jahr 2010 aufgrund der Dürre mehr Kohlenstoff freigesetzt wurde als in den USA ([Science](#), Februar 2011). Die Berechnung [unterschätzt die Kohlenstoffabgabe stark](#). Darüber hinaus führt die anhaltende Abholzung der Wälder in der Region zu einem

viel schnelleren Rückgang der Niederschläge als lange angenommen, wie [Geophysical Research Letters am 19. Juli 2013 berichtet](#). Eine Übersicht über das Phänomen, das sich auf den Amazonas konzentriert, wurde [am 5. März 2014 vom Climate News Network zur Verfügung gestellt](#). „Der beobachtete Rückgang der CO₂-Senke am Amazonas weicht deutlich von dem jüngsten Anstieg der terrestrischen Kohlenstoffaufnahme auf globaler Ebene ab und widerspricht den modellbasierten Erwartungen“, heißt es in einem [Artikel in Nature vom 19. März 2015](#). Schlussendlich, laut einer [Veröffentlichung in Global Biogeochemical Cycles vom 1. Juli 2016](#), hat die Dürre 2010 die Kohlenstoffsенke des Amazonas-Beckens vollständig stillgelegt, indem Bäume abgetötet und ihr Wachstum verlangsamt wurden.

Tropische Regenwälder, von denen lange angenommen wurde, dass sie den Hauptantrieb für atmosphärisches Kohlendioxid darstellen, stehen kurz davor, diese Rolle abzugeben. Laut einem [in Nature veröffentlichten Artikel](#) vom 21. Mai 2014 „spielen die höheren Fluktuationen von Kohlenstoffspeichern in semi-ariden Biomen eine immer wichtigere Rolle für die alljährliche Variabilität des globalen Kohlenstoffkreislaufs“, was auf die zunehmende Rolle von Trockengebieten bei der Kontrolle der Umweltbedingungen hinweist. [„Durch die Abholzung tropischer Regenwälder in Brasilien ist deutlich mehr Kohlenstoff verloren gegangen als bisher angenommen.“](#) Tatsächlich führt die „Fragmentierung von Wäldern dazu, dass bis zu einem Fünftel mehr Kohlendioxid von der Vegetation ausgestoßen wird.“ [Diese Ergebnisse stammen aus der Ausgabe von Nature Communications vom 7. Oktober 2014](#). Ein Artikel in der Online-Ausgabe der *Proceedings der National Academy of Sciences* vom 28. Dezember 2015 zeigt, dass der Amazonas-Regenwald als Reaktion auf den Klimawandel in savannenähnliche Staaten übergehen könnte. Savannen beschreibt man einfach als Grasland mit verstreuten Bäumen oder Sträuchern. [Die Zusammenfassung des Artikels legt nahe, dass](#) „im Gegensatz zu den bestehenden Vorhersagen, entweder von Stabilität oder katastrophalem Biomasseverlust, die Reaktion der Amazonaswälder auf ein trockeneres, regionales Klima wahrscheinlich ein sofortiger, abgestufter und heterogener Übergang von feuchten Wäldern mit hoher Biomasse hin zu trockenen Übergangswäldern und in einen walddreichen, savannenähnlichen Zustand wäre.“

[Der boreale Wald erstreckt sich auf der Nordhalbkugel rund um den Globus. Er ist das größte Biom des Planeten und macht 30 Prozent der weltweiten Waldfläche aus.](#) Elche sind die größten Huftiere im borealen Wald und ihre Anzahl ist gesunken. Der Grund ist unbekannt.

Dennis Murray, Professor für Ökologie an der Trent University in Peterborough, Ontario [glaubt, dass die sterbenden Elche von Minnesota und New Hampshire und anderswo ein Symptom für etwas viel Größeres sind - ein riesiges Waldökosystem, das schnell schrumpft, stirbt und sich auf andere Weise verändert.](#) „Der boreale Wald bricht auseinander“, sagt er. [„Die Frage ist, was wird ihn ersetzen?“](#)

Zunehmende Trockenheit bedroht, einem [Artikel der Online-Ausgabe von *Global Change Biology* vom 21. Februar 2016](#) zufolge, fast alle Wälder in den Vereinigten Staaten. Laut der Zusammenfassung des Artikels werden „Waldsterben, Änderungen in Zusammensetzung und Struktur und Verschiebung der Ausbreitungsgrenzen häufig beobachtet“. Zum ersten Mal haben Wissenschaftler die Nettobilanz der drei wichtigsten Treibhausgase - Kohlendioxid, Methan und Stickstoffoxid- für jede Region der irdischen Landmasse untersucht. Die Ergebnisse wurden [am 10. März 2016 in *Nature*](#) veröffentlicht. Das überraschende Ergebnis: Die vom Menschen verursachten Emissionen von Methan und Stickstoffoxid aus Ökosystemen übersteigen die Fähigkeit des Landes, Kohlendioxidemissionen aufzunehmen um ein Vielfaches, was die terrestrische Biosphäre zu einem Mitverursacher des Klimawandels macht.

Die Zusammenfassung eines vor der Veröffentlichung stehenden Beitrags in *Biogeochemistry* vom April 2016, enthält die folgenden Sätze: „Steigende Temperaturen und Ablagerung von Stickstoff (N), beide Aspekte des Wandels der globalen Umwelt, sollen die Biogeochemie der DOM (gelöste organische Substanz im Boden) verändern. ... Insgesamt zeigt diese Studie, dass die Zersetzung und Akkumulation molekular unterschiedlicher DOM-Komponenten mit der Erwärmung des Bodens und der N-Einlagerung einhergeht und anschließend den biogeochemischen Kreislauf des Bodens verändern kann.“ Mit anderen Worten, da die globalen Temperaturen steigen, scheint die organische Substanz in den Wäldern schneller zusammenzubrechen, wodurch die Freisetzung von Kohlenstoff in die Atmosphäre beschleunigt wird.

23. [Die Übersäuerung der Ozeane führt zur Freisetzung von weniger Dimethylsulfid \(DMS\) durch Plankton](#). DMS schützt die Erde vor Strahlung. ([*Nature Climate Change, online 25. August 2013*](#)). Plankton bildet die Basis des marinen Nahrungsnetzes. [Einige Populationen sind seit 1950 um 40% zurückgegangen](#) (z.B., [*Nature vom 29. Juli 2010*](#)), und sie stehen [kurz vor dem völligen Verschwinden](#), so ein [Artikel in *Global Change Biology* vom 18. Oktober 2013](#). Wie bei [Kohlendioxid, geschieht die Übersäuerung der Ozeane rasch](#), laut [einem Artikel in *Global Biogeochemical Cycles* vom 26. März 2014](#). Die Übersäuerung schreitet mit einem Tempo voran, das in den letzten 300 Millionen Jahren ohne Beispiel ist, wie [Untersuchungen in der Ausgabe der *Science* vom 2. März 2012 belegen](#). In den letzten 10 Jahren hat der Atlantik 50 Prozent mehr Kohlendioxid aufgenommen als im Jahrzehnt zuvor, was die Übersäuerung des Ozeans messbar beschleunigte, [so ein Artikel in *Global Biogeochemical Cycles* vom 30. Januar 2016](#). Es überrascht nicht, dass der Abbau der Basis des marinen Nahrungsnetzes die Fähigkeit der Fischpopulationen verringert, sich weltweit zu reproduzieren und zu regenerieren, wie [die Online-Ausgabe von *Proceedings of the National Academy of Sciences* am 14. Dezember 2015 berichtet](#).

Kieselalgen, eine der Hauptgruppen des Planktons, gehen laut [einer Veröffentlichung in der Online-Ausgabe von *Global Biogeochemical Cycles* vom 23. September 2015](#) weltweit um rund ein Prozent pro Jahr zurück.

Das Südpolarmeer übersäuert aufgrund der steigenden Kohlendioxidemissionen so schnell, dass große Regionen möglicherweise zu unwirtlich sind, damit wichtige Organismen in der Nahrungskette schon ab 2030 weiter überleben können, [so ein Artikel in der Online-Ausgabe von *Nature Climate Change* vom 2. November 2015](#).

Ein Artikel aus *Science Express* vom 26. November 2015 zeigt Verschiebungen des Planktons im Maßstab von Jahrtausenden im subtropischen Nordpazifik auf, die „im letzten Jahrtausend beispiellos waren“. Die fortschreitende Verschiebung „begannt im Industriezeitalter und wird durch die Zunahme der auf N₂ fixierten Produktion der Cyanobakterien weiter angeschoben. Diese Verschiebung der Gesamtheit des Picoplanktons könnte ein negatives Feedback auf steigendes atmosphärisches CO₂ liefern.“ Einer der Autoren des Artikels [wird in einem Interview folgendermaßen zitiert](#): „Diese Verschiebung des Picoplanktons könnte in den letzten 100 Jahren ein negatives Feedback auf steigendes atmosphärisches Kohlendioxid ergeben haben. Wir können jedoch nicht davon ausgehen, dass dies in Zukunft der Fall sein wird.“

Weitere Untersuchungen zur Primärproduktivität im Ozean wurden [in *Geophysical Research Letters* am 19. Januar 2016 veröffentlicht](#). [In Bezug auf den Indischen Ozean heißt es in der Zusammenfassung](#): „Zukünftige Klimaprojektionen deuten darauf hin, dass sich der Indische Ozean weiter erwärmen und diese produktive Region in eine ökologische Wüste verwandeln wird.“ Zum ersten Mal haben Forscher algenbedingte Toxine in arktischen Meeressäugtieren dokumentiert. Laut einer [Veröffentlichung in der Ausgabe vom 11. Februar 2016 von *Harmful Algae*](#) tauchen insbesondere Giftstoffe, die von schädlichen Algenblüten produziert werden, in Meeressäugtieren vor Alaska bis weit in den Norden des Arktischen Ozeans auf - viel weiter nördlich als bisher jemals gemeldet wurde. Aus der Zusammenfassung geht Folgendes hervor: „In dieser Studie wurden Proben von 905 Meeressäugtieren aus 13 Arten genommen, darunter: Buckelwal, Grönlandwal, Belugas, Schweinswal, nördliche Seebären, Stellersche Seelöwen, Seehunde, Ringelrobben, Bartrobber, Largarobben, Bandrobber, Pacifische Walrosse und Seeotter. Domoinsäure wurde in allen 13 untersuchten Arten nachgewiesen und war bei Grönlandwalen (68%) und Seehunden (67%) am weitesten verbreitet. Saxitoxin wurde in 10 der 13 Arten nachgewiesen... Diese Ergebnisse liefern den Beweis, dass... Toxine in allen Gewässern Alaskas in einer Menge vorhanden sind, die hoch genug ist, um in Meeressäugtieren nachgewiesen zu werden und möglicherweise die Gesundheit von Meeressäugtieren in der arktischen Meeresumwelt beeinträchtigen.“

24. Quallen haben eine Hauptrolle in den Ozeanen der Welt eingenommen ([26. September 2013, *New York Times Review of Books*](#), in einer Rezension von Lisa-ann Gershwins Buch: *Stung! On Jellyfish Blooms and the Future of the Ocean*): „Wir erschaffen eine Welt, die eher dem späten Präkambrium als dem späten 19. Jahrhundert ähnelt - eine Welt, in der Quallen die Meere beherrschten und Schalentiere nicht existierten. Wir schaffen eine Welt, in der wir Menschen möglicherweise bald nicht mehr überleben können oder wollen.“

„Quallen tragen zum Klimawandel bei, indem sie (1) kohlenstoffreichen Kot und Schleim abgeben, der von Bakterien zur Atmung genutzt wird, und dabei Bakterien in Kohlendioxid-Fabriken umwandeln und (2) eine große Anzahl von Ruderfußkrebsern und anderem Plankton konsumieren.“

25. [Der Anstieg des Meeresspiegels führt zum Kollaps von Uferböschungen, Tsunamis und zur Freisetzung von Methan](#), wie [Geology im September 2013 berichtet](#) und [in Ostsibirien hat sich die Geschwindigkeit der Küstenerosion in den letzten vier Jahrzehnten fast verdoppelt, da der Permafrost schmilzt](#). Der Meeresspiegel scheint ex-

ponentiell zu steigen, wenn man [Scribblers Analyse vom 4. Mai 2015](#) folgt. Berücksichtigt man nur Daten bis 2005, so wurde [laut einem Artikel, der am 28. September 2015 in den Proceedings of the National Academy of Sciences veröffentlicht wurde](#), die 500-jährige Wiederholungszeit von Überschwemmungen in New York City auf 24,4 Jahre verkürzt.

26. [Steigende Meerestemperaturen werden die natürlichen Kreisläufe von Kohlendioxid, Stickstoff und Phosphor stören und damit das Plankton reduzieren](#) (s. auch: [Nature Climate Change, September 2013](#)). Die Erwärmung der Ozeane wurde seit den 1970er Jahren [nach Angaben eines Artikels in der Online-Version von Nature Climate Change vom 5. Oktober 2014](#) massiv unterschätzt. Speziell [die oberen 2300 Fuß der Ozeane der südlichen Hemisphäre haben sich nach 1970 möglicherweise doppelt so schnell erwärmt, als bisher angenommen](#). In einem Artikel [des Guardian vom 22. Januar 2015](#), heißt es: „Die Ozeane erwärmen sich so schnell, dass sie immer wieder die Diagramme der Wissenschaftler sprengen.“

Ein weiteres Anzeichen für eine Erwärmung des Ozeans ist das Bleichen von Korallen. Auf dem australischen Great Barrier Reef findet seit 1998 das dritte globale Bleichereignis für Korallen statt, das dritte, das jemals nachgewiesen wurde. [Australia National News vom 28 March 2016](#) zufolge, zeigt eine Untersuchung des Great Barrier Reef, dass 95% der nördlichen Riffe als stark gebleicht eingestuft wurden und nur 4 von 520 untersuchten Riffen nicht betroffen waren.

27. Erdbeben lösen Methanfreisetzung aus und die damit verbundene Erwärmung des Planeten löst Erdbeben aus, wie [Sam Carana](#) bei der Arctic Methane Emergency Group (Oktober 2013) berichtet.

28. [Kleine Teiche in der kanadischen Arktis setzen aufgrund ihrer Flächenabdeckung weitaus mehr Methan frei als erwartet](#) (PLoS ONE, November 2013). Dies ist das erste von mehreren Süßwasser-Ökosystemen, die Methan in die Atmosphäre abgeben. Dies wurde in [Nature vom 19. März 2014](#) besprochen anschließend in einer [groß angelegten Studie in Global Change Biology vom 28. April 2014 beschrieben](#). Die Freisetzung von Methan aus diesen Quellen in der Arktis und in Grönland impliziert [laut Nature Geoscience vom 20. Mai 2012](#), „dass der Zerfall von Permafrost, Gletschern und Teilen des polaren Eises in einem sich erwärmenden Klima einen vorübergehenden Ausstoß von C14-abgereicherten Methan, das unter der Eisdecke eingeschlossen ist, erleichtern könnte.“

Der Mechanismus, der der Methanfreisetzung in diesen Systemen zugrunde liegt, ist kaum bekannt. Wenn das Sonnenlicht den Prozess antreibt, wie ein [Artikel in Science vom 22. August 2014](#) vorschlägt, ist mit der Zeit mit einer Verstärkung zu rechnen, da Teiche und Seen zunehmend exponiert werden.

Laut einer [Veröffentlichung in der Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 20. Juli 2015 tragen](#) Gewässer im Inneren Afrikas erheblich zur Freisetzung von Treibhausgasen in die Atmosphäre bei. Im Einzelnen: „Die gesamten Kohlendioxid-äquivalenten Treibhausgasemissionen [betragen]... etwa 0,9 pg (Petagramm) Kohlenstoff pro Jahr, was etwa einem Viertel der globalen, terrestrischen und maritimen Kohlenstoffsенке entspricht.“

Große Gewässer unter Wüsten könnten die Situation noch erheblich verschlechtern. Laut einem [in *Geophysical Research Letters* vom 28. Juli 2015 veröffentlichten Artikel](#), liegt eine große Kohlenstoffsene oder ein großer Kohlenstoffspeicher unter dem Tarimbecken in Xinjiang, China. Die verborgene Wassermasse speichert „[mehr Kohlenstoff als alle Pflanzen auf dem Planeten zusammen. Während mehr Wasser gut klingen mag, glauben Forscher, dass wir sehr ernsthafte Probleme bekämen, wenn dieser Kohlenstoff in die Atmosphäre entweichen würde.](#)“ Konkret erklärte der Hauptautor [in einem Interview](#): „Es ist wie eine Dose Cola. Wenn es geöffnet wird, entweicht das gesamte Treibhausgas in die Atmosphäre.“

Ein Artikel in [Limnology and Oceanography](#) vom 29. Oktober 2015 befasst sich auch mit der [Methanfreisetzung aus Seen](#). In einer Rezension für die breite Öffentlichkeit mit dem Titel „Eine Studie prognostiziert, dass die globale Erwärmung viel schneller voranschreiten wird als erwartet“ heißt es: „Die Ergebnisse legen nahe, dass wir einen ‚Teufelskreis‘ vor uns haben, in dem die Verbrennung fossiler Brennstoffe zu höheren Temperaturen führt, die wiederum eine höhere Methanfreisetzung und weitere Erwärmung auslösen.“ Dies ist eine gute Erklärung für einen sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekt.

Eine [in *Nature Geoscience* vom 17. November 2015 veröffentlichte Studie zeigt](#), dass Seen in der nördlichen Hemisphäre aufgrund des globalen Klimawandels wahrscheinlich viel mehr Kohlendioxid freisetzen werden. Die Untersuchung, die auf Daten von mehr als 5.000 schwedischen Seen basiert, [zeigt, dass die Kohlendioxidemissionen der Seen, Wasserläufe und Stauseen der Welt fast einem Viertel des gesamten Kohlendioxids entsprechen, das durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe produziert wird.](#)

Unter Berufung auf zwei aktuelle Zeitschriftenartikel, [kommt ein Artikel in *Yale Environment 360* vom 19. November 2015](#) zu dem Schluss: „Die ikonischen, nördlichen Seen der Erde befinden sich inmitten eines tief greifenden Umbruchs, der schnell erwärmendes Wasser, eine geringere Eisdecke und die massive Vermehrung schädlicher Algen beinhaltet.“ Unter diesen Seen ist der Baikalsee, „der tiefste, volumenstärkste und älteste Süßwassersee der Erde, der ein Fünftel der oberirdischen Trinkwasserversorgung des Planeten umfasst. Er ist eine Arche Noah der Artenvielfalt, in der unzählige Spezies beheimatet sind, die es sonst nirgendwo auf der Erde gibt.“

Weitere Belege für die Wichtigkeit von Bächen und Flüssen als Quelle atmosphärischen Methans stammen aus einem Artikel, der [im November 2015 in *Ecological Monographs* veröffentlicht wurde](#). Die Überschrift der [Rezension für die Öffentlichkeit](#) verrät: „Treibhausgasemissionen aus Süßwasser sind höher als gedacht.“

Ein [Artikel im *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* vom 23. November 2015 stellte in der Zusammenfassung fest](#): „Ein Aufschwellen des Sediments am Ende der Auftausaison hat wahrscheinlich zu diesen [Methan-] Emissionen beigetragen. Wir nehmen an, dass flache, saisonal eisbedeckte Seen im Gegensatz zu Feuchtgebieten in der kalten Jahreszeit das höchste Methanemissionspotenzial auf-

weisen können, was wahrscheinlich die Hauptursache für Methanfreisetzung im Frühjahr in subarktischen Landschaften mit hoher Flächendeckung durch Seen ist." Mit anderen Worten, wie bei der Methanfreisetzung aus dem Arktischen Ozean, gibt es auch während der kalten Jahreszeit eine massive Methanfreisetzung. [In einem Artikel in der Online-Ausgabe der *Geophysical Research Letters* vom 16. Juni 2016](#), heißt es: „Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Permafrost unterhalb flacher Seen bereits ungefähr 70 Jahre vor dem vorhergesagten Auftauen des terrestrischen Permafrosts in Nordalaska eine kritische Tauschwelle überschritten hat.“

[Am 16. Dezember 2015 berichtet *Geophysical Research Letters*](#): „Bei dieser ersten weltweiten Synthese von In-situ-Daten und von Satelliten stammenden Seedaten stellen wir fest, dass die Oberflächentemperaturen der Seen zwischen 1985 und 2009 im Sommer schnell angestiegen sind (globaler Mittelwert = 0,34° Celsius, Dekade-1).“

Ein [Artikel in der Online-Ausgabe von *Nature Geoscience* vom 4. Januar 2016 stellt fest](#): „Seen und Teiche sind eine dominante Methanquelle in hohen, nördlichen Breiten.“ [„Durch die Zusammenstellung der zuvor berichteten Messungen, die an insgesamt 700 nördlichen Gewässern durchgeführt wurden, waren die Forscher in der Lage, eine genauere Einschätzung der Emissionen in großem Maßstab zu treffen. Sie stellten fest, dass Methanemissionen allein aus Seen und Teichen etwa zwei Drittel aller natürlichen Methanquellen in der nördlichen Region ausmachen.“](#)

Laut einer [Veröffentlichung in der Ausgabe von *Nature Geoscience* vom 1. Februar 2016](#), machen Teiche mit einer Größe von weniger als einem Viertel Morgen nur 8,6% der Oberfläche der Seen und Teiche der Welt aus, aber sind verantwortlich für 15,1% der Kohlendioxidemissionen und 40,6% der diffusiven Methanemissionen.

29. Die Verwirbelung des Jetstreams ist auch ein Katalysator. Hohe Methanfreisetzungen folgen auf das Aufbrechen des Jetstreams, was einen vorherigen Anstieg der regionalen Temperatur auf bis zu 16° Celsius in weniger als 20 Jahren erklärt ([Paul Beckwith im Video](#) am 19. Dezember 2013).

30. [Untersuchungen haben ergeben](#), dass sich „weniger Wolken bilden, wenn sich der Planet erwärmt, was bedeutet, dass weniger Sonnenlicht in den Weltraum zurückgeworfen wird und die Temperaturen weiter steigen.“ ([Nature, Januar 2014](#))

31. „Das Auftauen von Permafrost fördert den mikrobiellen Abbau von in gefrorenem Boden gebundenem und neuem Kohlenstoff, was zur biogenen Erzeugung von Methan führt.“ ([Nature Communications, Februar 2014](#)). In einem Artikel in Proceedings of the National Academy of Sciences vom 21. Oktober 2015 heißt es: „Die beobachteten DOC-Verluststraten [gelöster organischer Kohlenstoff] gehören zu den höchsten für Permafrost-Kohlenstoff gemeldeten und belegen die potenzielle Bedeutung von LMW [niedriges Molekulargewicht] DOC bei der Förderung des schnellen Metabolismus von Permafrostkohlenstoff aus dem Pleistozän beim Auftauen und der Ausgasung von CO₂ in die Atmosphäre aus Böden und nahegelegenen Binnengewässern.“

32. [Über dem tropischen Westpazifik gibt es ein natürliches, unsichtbares Loch, das sich über mehrere Tausend Kilometer in einer Schicht erstreckt, die den Transport der meisten natürlichen und künstlichen Substanzen in die Stratosphäre aufgrund ih-](#)

rer chemischen Zusammensetzung verhindert. Wie in einem riesigen Aufzug passieren viele chemische Verbindungen, die am Boden freigesetzt werden, ungefiltert diese sogenannte „Waschmittelschicht“ der Atmosphäre. Die weltweiten Methanemissionen aus Feuchtgebieten betragen derzeit etwa 165 Teragramm (Megatonnen) pro Jahr. Diese Studie gelangt zu der Einschätzung, dass die jährlichen Emissionen aus diesen Quellen jährlich um 17 bis 260 Megatonnen zunehmen werden. Im Vergleich dazu beträgt die jährliche Methanemission aus allen Quellen (einschließlich der menschlichen Zugabe) etwa 600 Megatonnen pro Jahr.

(siehe auch: [Nature Geoscience, Februar 2014](#))

33. „Der Vulkanologe Bill McGuire beschreibt, wie ein schnelles Schmelzen der Gletscher und Eisschilde als Folge des Klimawandels Vulkanausbrüche, Erdbeben und Tsunamis auslösen könnte“ ([The Guardian, 13. Februar 2014](#)). Laut einem Artikel, online veröffentlicht am 5. Februar 2015 im Geophysical Research Letters, laufen „Unterwasservulkane den Erwartungen zuwider und brechen eher in Schüben als in langsamen Schritten aus.“

34. Offensichtlich verlangsamten sich die tiefen Meeresströmungen. Laut einem der Autoren des Artikels "werden wir wahrscheinlich weniger von Menschen erzeugte oder vom Menschen verursachte Wärme und Kohlendioxid durch den Ozean beobachten, was dies zu einem positiven Rückkopplungseffekt für den Klimawandel macht. "Weil dieses Phänomen zur Abkühlung und dem Absinken des Weddell-Polynya beitrug: „Es ist immer möglich, dass diese riesige Polynya im nächsten Jahrhundert wieder auftauchen wird. Wenn dies der Fall ist, wird sie in einem Wärmepuls jahrzehntelang Wärme und Kohlenstoff aus dem tiefen Ozean in die Atmosphäre abgeben.“ (siehe auch: [Nature Climate Change, Februar 2014](#); Modellergebnisse weisen auf eine „große räumliche Umverteilung von ozeanischem Kohlenstoff“ hin. [Journal of Climate, März 2014](#))

35. Erhöhtes atmosphärisches Kohlendioxid führt dazu, dass Bodenmikroben mehr Kohlendioxid produzieren(siehe auch: [Science, 2. Mai 2014](#))

36. Die Reduzierung der saisonalen Eisdecke in der Arktis „führt zu größeren Wellen, die wiederum einen Mechanismus in Gang setzen, der zum Zerbrechen des Meereises und zur Beschleunigung des Eisrückgangs führt“ ([Geophysical Research Letters, 5. Mai 2014](#)). Eine weitere Bestätigung findet sich in Geophysical Research Letters vom 27. März 2015.

37. Vor der Nordinsel Neuseelands wurde ein riesiges, verborgenes Netz aus gefrorenem Methan und Methangas, sowie Dutzende spektakulärer Fackeln, die aus dem Meeresboden auflodern, entdeckt (vorläufige Ergebnisse im [New Zealand Herald vom 12. Mai 2014](#)). Der erste Beweis für einen weit verbreiteten, aktiven Methanaustritt ins Südpolarmeer vor der subantarktischen Insel Südgeorgien wurde im weiteren von *Earth and Planetary Science Letters* am 1. Oktober 2014 veröffentlicht.

38. Wie [Nature Geoscience am 8. Juni 2014 berichtet](#), könnten [steigende globale Temperaturen die Menge des von den Weltmeeren auf natürliche Weise freigesetzten Kohlendioxids erhöhen und den Klimawandel weiter ankurbeln](#).

39. Da die globale Durchschnittstemperatur steigt, wird sich auch ["die Konzentration von Wasserdampf in der Troposphäre als Reaktion auf diese Erwärmung erhöhen. Diese Befeuchtung der Atmosphäre absorbiert wiederum mehr Wärme und erhöht die Temperatur der Erde weiter."](#) "In der Zusammenfassung der Arbeit heißt es: „Unsere Analyse zeigt, dass die im Zeitraum 1979 – 2005 beobachtete Befeuchtung der oberen Troposphäre nicht durch natürliche Ursachen erklärt werden kann, sondern stattdessen hauptsächlich aus der anthropogenen Erwärmung des Klimas resultiert. Durch die direkte Zuordnung des beobachteten Anstiegs zu menschlichen Aktivitäten belegt diese Studie das Vorhandensein des größten bekannten Rückkopplungseffektes zur Verstärkung des menschengemachten Klimawandels.“ ([Proceedings of the National Academy of Sciences, 12. August 2014](#)).

[Laut einem Bericht von Skeptical Science vom Juli 2015](#), verdoppelt Wasserdampf „die durch CO₂ verursachte Erwärmung in etwa. Wenn es also zu einer Änderung von 1° Celsius durch CO₂ kommt, erhöht der Wasserdampf die Temperatur um weitere 1° Celsius. Wenn andere Rückkopplungseffekte miteinbezogen werden, [beträgt die Gesamterwärmung durch eine potenzielle Änderung von 1° Celsius, die durch Co₂ verursacht wird, in Wirklichkeit bis zu 3° Celsius.](#)“

40. [Bei steigenden Temperaturen setzen Bodenmikroben Gemeinschaften unerwartet mehr Kohlendioxid frei](#) (siehe auch: [Nature, 4 September 2014](#)). Infolgedessen könnten "substanzielle Kohlenstoffspeicher in arktischen und borealen Böden anfälliger für die Klimaerwärmung sein, als derzeit prognostiziert."

41. „Zum Ende der letzten Kaltzeit variierte die Auftriebskraft des südpolaren Armes des atlantischen meridionalen Kippkreislaufs und veränderte Luftkreislauf und Schichtung in den hohen Breitengraden des südlichen Ozeans. Im gleichen Zeitraum gab es mindestens zwei Phasen des abrupten globalen Meeresspiegelanstiegs" ([Schmelzwasserpuls 1A](#)). Mit anderen Worten, als der Ozean um die Antarktis geschichteter oder abgestufter wurde, schmolz warmes Wasser in der Tiefe die Eisdicke schneller als zu Zeiten, als der Ozean weniger geschichtet war. (Nature Communications, 29. September 2014) [Robert Scribner bezeichnet AMOC \(Atlantisch meridionaler Kippkreislauf\) als „den Herzschlag des Weltozeansystems.“](#) Wie [in der Online-Ausgabe von Climatic Change vom 23. März 2015 berichtet wurde](#), ist die Verlangsamung des AMOC „außergewöhnlich“ und hängt mit dem Schmelzen des Eises in Grönland zusammen. Diese Verlangsamung im 20. Jahrhundert ist anscheinend [einzigartig, zumindest in den letzten tausend Jahren](#).

42. [„Der offene Ozean ist viel weniger effizient als Meereis, wenn es darum geht, im fernen Infrarotbereich des Spektrums zu emittieren. Dies bedeutet, dass der Arktische Ozean einen Großteil der Energie in der fernen Infrarotstrahlung einfängt, ein bislang unbekanntes Phänomen, das wahrscheinlich zur Erwärmung des polaren Klimas beiträgt.“](#) ([Proceedings of the National Academy of Sciences, November 2014](#))

43. Dunkler Schnee ist nicht länger auf Grönland beschränkt. Vielmehr ist er in weiten Teilen der nördlichen Hemisphäre angekommen, wie im [Journal of Geophysical Research vom 5. November 2014](#) berichtet wurde. Eric Holthaus' Beschreibung dieses Phänomens in [in Slate vom 13. Januar 2015](#) enthält ein Zitat von einem an diesem Forschungsprojekt beteiligten Wissenschaftler: „Den Klimamodellen muss ein Prozess hinzugefügt werden, den sie derzeit nicht enthalten, weil dieses Zeug in der Atmosphäre einen großen Einfluss auf das Klima hat.“ Mit anderen Worten, wie bei den anderen großen, sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekten ist dunkler Schnee in den aktuellen Modellen nicht enthalten.

44. Die „Darstellung des stratosphärischen Ozons in Klimamodellen kann einen Einfluss erster Ordnung auf Schätzungen der effektiven Klimasensitivität haben.“ ([Nature Climate Change, Dezember 2014](#))

45. [„Während Wissenschaftler glauben, dass die globale Erwärmung weltweit Methan aus Gashydraten freisetzen wird, liegt der Schwerpunkt der derzeitigen Aufmerksamkeit auf Vorkommen in der Arktis. Dieser Artikel schätzt, dass von 1970 bis 2013 rund 4 Millionen metrische Tonnen Methan durch Hydratersetzung vor der Küste von Washington \[State\] freigesetzt wurden. Dies ist jedes Jahr eine Menge, die dem aus Erdgas freigesetzten Methan entspricht, das beim unkontrollierten Deepwater-Horizon-Ausbruch 2010 vor der Küste von Louisiana austrat und die 500-fache Rate, mit der Methan auf natürliche Weise vom Meeresboden freigesetzt wird.“](#) (siehe auch: [Geophysical Research Letters, Online, 5. Dezember 2014](#))

46. [„Ein Anstieg des vom Menschen erzeugten Kohlendioxids in der Atmosphäre könnte eine Kettenreaktion zwischen Pflanzen und Mikroorganismen auslösen, die einen der größten Kohlenstoffspeicher auf dem Planeten - den Boden - erschüttern würde“](#) (siehe auch: [Nature Climate Change, Dezember 2014](#)).

47. Eine erhöhte Temperatur des Ozeans trägt zu einer verringerten Speicherung von Kohlendioxid bei. „Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein vorhergesagter, zukünftiger Anstieg der Meerestemperatur zu einer verringerten CO₂-Speicherung durch die Ozeane führen wird“ ([Proceedings of the National Academy of Sciences, Januar 2015](#)).

48. Laut einer [Veröffentlichung von Nature Geoscience vom 19. Januar 2015](#), tragen schmelzende Gletscher erheblich zum Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre bei. „Etwa 13% des jährlichen Flusses an gletschergelöstem, organischem Kohlenstoff sind auf den Verlust der Gletschermasse zurückzuführen. Diese Verluste werden voraussichtlich zunehmen.“

49. Laut einem [Artikel in der Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 20. April 2015](#), stören Meeresströmungen methanfressende Bakterien. [„Wir konnten zeigen, dass Stärke und Variabilität der Meeresströmungen die Prävalenz methanotropher Bakterien steuern“, sagt Lea Steinle von der Universität Basel und Hauptautorin der Studie, „daher können sich in einer starken Strömung keine großen Bakterienpopulationen entwickeln, was in der Folge zu einem geringeren Methankonsum führt.“](#)

50. Die Erwärmung der Arktis wird durch Phytoplankton unter dem Einfluss des Treibhauseffektes verstärkt ([Proceedings of the National Academy of Sciences, 12. Mai](#)

[2015](#)). Die Temperaturen in der Arktis erwärmen sich erheblich schneller als im globalen Durchschnitt, was hauptsächlich auf die Abnahme des Meereises zurückzuführen ist. Demnach verstärkt der biogeophysikalische Effekt zukünftiger Veränderungen des Phytoplanktons die Erwärmung der Arktis um 20%.

51. In jüngster Zeit wurde festgestellt, dass kryptogame Schichten, die einige der ältesten Formen des irdischen Lebens umfassen, große Mengen an Stickstoff und Kohlendioxid aus der Atmosphäre binden. Sie sind Quellen von Treibhausgasen, insbesondere von Stickstoffoxid und Methan, wobei höhere Temperaturen und eine verstärkte Stickstoffablagerung zur Verstärkung beitragen ([Global Change Biology, 7. Juli 2015](#)).

52. Die Wirkung von Phytoplankton ist auch nicht auf die Arktis beschränkt. Vielmehr ist [Plankton im Südpolarmeer im Sommer für die Entstehung von fast der Hälfte der Wassertropfen in den Wolken verantwortlich und dienen somit als Kühlmittel](#) ([Science Advances, 17. Juli 2015](#)).

53. „Beobachtungen zeigen, dass sich die Gletscher auf der ganzen Welt zurückziehen und an Masse verlieren“ ([Journal of Glaciology, Juli 2015](#)). In den letzten Zeilen des Abstracts heißt es: „Glaziologische und geodätische Beobachtungen (ca. 5200 seit 1850) zeigen, dass die Masseverlusten des frühen 21. Jahrhunderts zumindest für den beobachteten Zeitraum und wahrscheinlich auch für die gesamte, aufgezeichnete Geschichte weltweit beispiellos sind, wie auch in Rekonstruktionen schriftlicher und bebildeter Unterlagen angedeutet wird. Dieses starke Ungleichgewicht bedeutet, dass die Gletscher in vielen Regionen mit hoher Wahrscheinlichkeit einen weiteren Eisverlust erleiden werden, selbst wenn das Klima stabil bleibt.“

54. Ein Artikel in [Nature Communications vom 1. September 2015](#) liefert Beweise, dass eine zunehmende Übersäuerung der Ozeane zu einem irreversiblen Anstieg der Stickstofffixierung und der Wachstumsraten einer wichtigen Gruppe von Meeresbakterien führt, die als Trichodesmium bekannt sind. Trichodesmium ist einer der wenigen Organismen im Ozean, die atmosphärisches Stickstoffgas „binden“ und anderen Organismen zur Verfügung stellen können. Dies ist von entscheidender Bedeutung, da jedes Leben - von Algen bis zu Walen - Stickstoff für das Wachstum benötigt. Der Klimawandel könnte Trichodesmium in den Schnellgang ohne Möglichkeit, ihn aufzuhalten, versetzen, so dass es sich schneller vermehrt und viel mehr Stickstoff erzeugt. Ohne die Fähigkeit zur Verlangsamung haben die Bakterien jedoch das Potenzial, alle verfügbaren Ressourcen zu verschlingen, was zum Absterben des Mikroorganismus und der von ihm abhängigen, höheren Organismen führen könnte. Die Veränderung wird voraussichtlich irreversibel und massiv sein, selbst nachdem sie über Hunderte von Generationen auf niedrigere Kohlendioxidwerte zurückgeführt wurde. In der Zusammenfassung des Beitrags heißt es: "Dies ist eine beispiellose mikrobielle, evolutionäre Reaktion, da die, durch Umwelteinflüsse auf die Population erworbenen Fortpflanzungsfähigkeiten nach der Rückkehr in die angestammte Umgebung erhalten bleiben."

55. Das Aussterben der Megafauna an Land und auf See hat zu einem Mangel ihrer Exkremente geführt ([Proceedings of the National Academy of Sciences, 26 Oktober 2015](#)). Infolgedessen wurde das Kompostierungs- und Nährstoffrecyclingsystem des Planeten zerstört. Andere Faktoren haben ebenfalls zum Aussterben von Großtieren beigetragen, aber die Rolle ihrer Exkremente für die Funktion des Ökosystems wurde in der Vergangenheit nur wenig untersucht.

56. Ein [Artikel in Science vom 26. November 2015 berichtet über](#) den raschen Anstieg von Coccolithophorida als Reaktion auf den Anstieg von Kohlendioxid. Diese Algen erschweren die Entfernung von Kohlendioxid aus der Atmosphäre schon auf kurze Sicht.

57. Die „offensichtliche Empfindlichkeit der Atmung gegenüber nächtlichen Temperaturen, die voraussichtlich schneller als die globalen Durchschnittstemperaturen ansteigen werden, lässt darauf schließen, dass Kohlenstoff, der in tropischen Wäldern gespeichert ist, möglicherweise für die zukünftige Erwärmung anfällig ist“. ([7. Dezember 2015, Proceedings of the National Academy of Sciences, online](#)). Der Artikel legt nahe, dass heißere Nächte tatsächlich einen viel größeren Einfluss auf die Atmosphäre des Planeten haben können als heißere Tage - und letztendlich dazu führen könnten, dass mehr Kohlenstoff die Atmosphäre überflutet.

58. [Laut einer Veröffentlichung in Science Advances vom 18. Dezember 2015](#) „tragen viele große tropische Bäume zur Kohlenstoffspeicherung bei und sind auf große Wirbeltiere angewiesen, um Samen zu verbreiten und zu regenerieren, allerdings sind viele dieser Fruchtfresser durch Jagd, illegalen Handel und Lebensraumverlust bedroht. ... Wir haben festgestellt, dass die Ausrottung der Fauna das Potenzial hat, die Speicherung von Kohlenstoff erheblich zu beeinträchtigen, selbst wenn nur ein kleiner Teil der Bäume mit großen Samen ausstirbt.“ Mit anderen Worten, der Klimawandel, der den Lebensraum der Tiere vernichtet, verringert die Fähigkeit der Tropenwälder, Kohlenstoff zu speichern, wodurch ein sich selbst verstärkender Rückkopplungseffekt entsteht.

59. Die Online-Ausgabe von *Proceedings of the National Academy of Sciences* vom 22. Dezember 2015 enthält einen Artikel, [der den Zusammenhang zwischen arktischem Meereis und regionalem Niederschlag aufzeigt](#). Die Zusammenfassung des Papiers enthält die folgenden Zeilen: „Das globale Klima wird durch den arktischen Wasserkreislauf beeinflusst, der teilweise durch Meereis reguliert wird, indem es Verdunstung und Niederschlag kontrolliert. ... Wir glauben, dass die unabhängige, direkte Wirkung des Meereises auf die erhöhte, aus der Arktis stammende Feuchtigkeit ... wahrscheinlich zu Erhöhungen der Niederschläge und Veränderungen in der Energiebilanz führen wird, wodurch erhebliche Unsicherheiten für Klimaprognosen geschaffen werden.“ Mit anderen Worten, [um den Hauptautor des Artikels zu zitieren](#), „Wenn man das Meereis aus einer arktischen Region entfernt, öffnet man das Meer für die Atmosphäre, mehr Wasser verdampft und Niederschläge entstehen.“

60. Die terrestrische Biosphäre ist eine Nettoquelle von Treibhausgasen für die Atmosphäre ([Nature, 10. März 2016](#)). „Wir stellen fest, dass die kumulative Wärmekapazität der gleichzeitigen Emissionen von biogenem Methan und Stickstoffoxid um den Faktor Zwei größer ist, als der Kühleffekt, der aus der weltweiten Aufnahme von Koh-

lendioxid durch den Boden von 2001 bis 2010 resultiert. Dies führt zu einer positiven kumulativen Nettoauswirkung der drei Treibhausgase auf den Energiehaushalt des Planeten.“

61. Die Zusammenfassung eines Artikels [aus Nature Geoscience vom 14. März 2016](#) enthält die folgenden Aussagen: [„Eiskeile sind ein gemeinsames Merkmal des Untergrunds in Permafrostregionen. Sie entstehen durch wiederholte Frostrisse und das Wachstum von Eisadern über Hunderte bis zu Tausenden von Jahren. ... Wir stellen fest, dass das Schmelzen an der Spitze von Eiskeilen in den letzten Jahrzehnten und das sich daran anschließende Absinken des Bodens im Dezimeterbereich ein weit verbreitetes Phänomen in der Arktis ist. Obwohl die Temperaturen des Permafrost allmählich zugenommen haben, glauben wir, dass die Zerstörung der Eiskeile in Zeiträumen von unter zehn Jahren stattfindet. ... Wir gehen davon aus, dass sich die Zersetzung der Eiskeile und die mit der daraus resultierenden Bodenabsenkung verbundenen hydrologischen Veränderungen in den sich schnell erwärmenden Permafrostgebieten ausdehnen und verstärken werden.“](#)

Vladimir Romanovsky, ein Professor für Geophysik an der UAF, der den Abbau von Eiskeilen für die Studie an einem Standort in Kanada überwachte, sagte, dass die Schlussfolgerungen der Studie sehr auffällig seien. In einem [Interview, das mit der Veröffentlichung der Zeitung zusammenfiel, sagte er](#): „Wir hatten nicht damit gerechnet, solch dramatische Veränderungen zu sehen.... Was auch immer passiert, es ist zumindest für die letzten 60 Jahre etwas völlig Neues in der Arktis.“

62. Erhöhtes atmosphärisches Kohlendioxid macht das Regenwasser saurer. [Das Ergebnis ist eine relativ schwache Form von Kohlensäure. Der Regen fällt auf Kalkstein und verwandte Karbonatgesteine und setzt so Kohlendioxid aus den Gesteinen in die Atmosphäre frei. Je stärker die Kohlensäure ist, desto mehr löst sich der Kalkstein auf, wodurch wieder mehr Kohlendioxid freigesetzt wird.](#)

63. Laut [einem Artikel in Nature Communications vom 22. Juni 2016](#), gibt es in den nördlichen Teilen der Erde eine Blüte erdbeerfarbener Algen. Je mehr Algen blühen, desto mehr Schnee taut auf. Und dank des ungefrorenen Wassers können noch mehr Mikroorganismen wachsen usw. Es ist ein sich selbst verstärkender Rückkopplungseffekt von irreversibler Vielzahl. Ich zitiere aus der Zusammenfassung: „Roter Schnee, ein häufiger Lebensraum für Algen, die nach dem Einsetzen der Schneeschmelze blühen, spielt eine entscheidende Rolle bei der Verringerung der Albedo. Unsere Daten zeigen, dass rot pigmentierte Schneevalgen sowohl weltweit verbreitet als auch unabhängig von standortspezifischen geochemischen und mineralogischen Faktoren sind. Die Muster für die Diversität und Pigmentierung der Schneevalgen, und folglich für die Albedo, sind in der gesamten Arktis allgegenwärtig. Die Verringerung der Albedo beschleunigt die Schneeschmelze und verlängert Zeitraum und Fläche der Exposition von blankem Eis. Wir schätzen, dass die allgemeine Abnahme der Schneevalbedo durch rot pigmentierte Schneevalgenblüten im Verlauf einer Schmelzsaison bis zu 13% betragen kann. Dies wird unweigerlich zu höheren Schmelzraten führen.“

64 und 65. Eine [in der Online-Ausgabe von Nature vom 11. Juli 2016 veröffentlichte Studie](#) dokumentiert gründlich eine der tief greifendsten planetarischen Veränderungen, die bisher durch das sich erwärmendes Klima verursacht wurden: Die Verteilung der Wolken auf der ganzen Erde hat sich verschoben. Insbesondere hat die Verschiebung die subtropischen Trockenzonen erweitert, die sich in beiden Hemisphären etwa zwischen dem 20. und 30. Breitengrad befinden, und auch die Wolkendecken angehoben. Jede dieser Änderungen verschlimmert die globale Erwärmung der Erde. Laut eines [Berichts in der Washington Post, der der Zeitung beiliegt, ist jede dieser beiden Änderungen an Wolken auf den Klimawandel zurückzuführen.](#)

66. Eine [Veröffentlichung in der Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 25. Juli 2016 bestätigt und quantifiziert](#) den seit langem bestehenden Verdacht, dass die Fähigkeit von Landpflanzen, Kohlenstoff zu speichern, mit der Erwärmung der Erde abnimmt. Die verringerte Speicherung von Kohlenstoff führt zu höherem atmosphärischem Kohlendioxid, wodurch die Temperatur der Erde steigt und ein sich selbst verstärkender Rückkopplungseffekt entsteht.

67. [Arktische Ölbohrungen](#) wurden von der Regierung Obama im Sommer 2012 beschleunigt.

68. [Supertanker nutzen die matschige Arktis](#), um zu demonstrieren, dass jede Katastrophe eine Geschäftsmöglichkeit darstellt, wie Michael I. Niman, Professor für Journalismus, betont und [was von Truth-out aufgegriffen wurde](#) (ArtVoice, September 2013)

69. [Wenn Düsenflugzeuge Kraftstoff verbrennen und Kohlendioxid freisetzen, erwärmt sich die Atmosphäre und es bilden sich verstärkt Gegenwinde](#) (siehe auch: [Nature Climate Change, online, 13. Juli 2015](#)).

Soweit ich das beurteilen kann, sind nur die letzten drei Rückkopplungseffekte in einem für unsere Spezies relevanten zeitlichen Maßstab reversibel. Wenn Sie erst einmal die Bierdose geöffnet haben, kann nichts das Kohlendioxid daran hindern, hinaus zu sprudeln. Diese Rückkopplungen sind nicht additiv, sie sind multiplikativ: Sie verstärken sich nicht nur selbst, sie verstärken sich auch gegenseitig (wie es [sogar der Business Insider am 3. Oktober 2013 realisierte](#)). Jetzt, wo wir die Ära des teuren Öls erreicht haben, kann ich mir nicht vorstellen, dass wir den Prozess der Öl- und Gasbohrungen in der Arktis (oder anderswo) freiwillig beenden werden. Wir werden auch nicht bereitwillig auf ein paar Dollar verzichten, wenn wir die lang ersehnte Nordwestpassage nicht nutzen oder versuchen, das Wirtschaftswachstum zu bremsen.

Robin Westenra gibt eine [Einschätzung dieser sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekte bei Seemorerocks](#) am 14 Juli 2013. Ein Blick lohnt sich.

Wie weit sind wir gekommen

Lassen wir außer Acht, dass der amerikanische Naturforscher George Perkins Marsh [den anthropogenen Klimawandel 1847 als Folge der Verbrennung fossiler Brennstoffe voraussagte](#). Lassen wir die [Warnung des Filmemacher Frank Capra von 1958](#) außer Acht oder die des [US-Präsidenten Lyndon Baines Johnson aus dem Februar 1965](#) oder die Warnung des österreichischen Philosophen Ivan Illich aus dem [Jahr 1973 in *Le Monde*](#): „Die Auswirkungen industriell verpackter Energiequanten auf das soziale Umfeld sind tendenziell erniedrigend, anstrengend und versklavend und diese Auswirkungen treten noch vor denen auf, die der Mitwelt durch Verschmutzung und die (menschliche) Rasse auszurotten drohen.“ Lassen wir die Warnung und den gezogenen Stecker für Geoengineering durch das [Science Advisory Committee von US-Präsident Lyndon B. Johnson im Jahr 1965 außer Acht](#): „Die Klimaveränderungen, die durch den erhöhten CO₂-Gehalt hervorgerufen werden können, könnten aus menschlicher Sicht schädlich sein. Die Möglichkeiten, Klimaveränderungen bewusst auszugleichen, müssen daher gründlich untersucht werden.“ Lassen wir die [Warnung von Walter Cronkite in den Spätnachrichten von 1980 außer Acht](#). Lassen wir [Robert Watson von der NASA von 1986 außer Acht, der vor "menschlichem Elend in ein paar Jahrzehnten" und dem möglichen Aussterben des Menschen](#) als Folge des Klimawandels warnte. Lassen wir die Argumente der Politikberater Ronald Reagan und George H.W. Bush außer Acht, die am 3. Dezember 2015 in der *Washington Post* veröffentlicht wurden. „Die globale Erwärmung wird ‚tief greifende Konsequenzen‘ haben, warnt ein Dokument und die Vereinigten Staaten ‚können nicht warten‘, bis alle wissenschaftlichen Fragen geklärt sind, bevor sie etwas unternehmen.“ Lassen wir die [Warnung der Vereinten Nationen aus dem Jahr 1989](#) außer Acht: „Ganze Nationen könnten durch den Anstieg des Meeresspiegels vom Angesicht der Erde verschwinden, wenn der globale Erwärmungstrend nicht bis zum Jahr 2000 umkehrt wird.“ Lassen wir den [„Regime shift“](#), der in den 80er Jahren auftrat, [von dem ein Artikel in *Global Change Biology* vom 23. November 2015 berichtet](#), außer Acht. Lassen wir außer Acht, [dass die klimatischen Risiken in den letzten 20 Jahren unterschätzt wurden, oder dass die Bemühungen des IPCC kläglich gescheitert sind](#), oder dass das IPCC einen fehlerhaften, konservativen Ansatz verfolgt, wie [die Ausgabe von *American Meteorological Society* im September 2014 dargelegt](#) (David Wasdells vernichtende Anklage gegen die gepriesene fünfte Bewertung ist [hier](#) archiviert). Immerhin [berichtet uns](#) der Klimaforscher Kevin Anderson, was ich seit Jahren weiß: Die Politiker und die Wissenschaftler, die offizielle Berichte über den Klimawandel schreiben, lügen und wir haben weniger Zeit, als sich die meisten Menschen vorstellen können. (Nehmen wir das [kleine Beispiel](#) der US-Umweltschutzbehörde, die die mit der Hydrofracking-Förderung von Erdgas verbundene Methanfreisetzung um das 100- bis 1000-fache „unterschätzt“, wie [in *Proceedings of the National Academy of Sciences* vom 14. April 2014 berichtet wird](#).) Lassen wir James Hansens [10-Jahres-Warnung von 2006](#) außer Acht. Lassen wir David Wasdell außer Acht, [der 2008 hervorhob](#), dass unbedingt eine Phase des negativen Strahlungsantriebs brauchen, nur um am Schluss ein stabiles, nicht katastrophales Klimasystem zu haben. Lassen wir außer Acht, dass auch in [The Atlantic](#) „fünf Diagramme über den Klimawandel, die

Sie sehr, sehr beunruhigen sollten“, zu sehen waren. Lassen wir außer Acht, dass [atmosphärisches Kohlendioxid Satelliten beeinträchtigt](#). Lassen wir außer Acht, dass mitunter selbst ein Wirtschaftsanalyt [die Klimaforscher dazu auffordert, überzeugend zu sein, mutig zu sein und \(nötigenfalls\) festgenommen zu werden](#). Lassen wir außer Acht, dass laut einer Veröffentlichung von *Science* vom 4. April 2013, [die peruanischen Gletscher, deren Bildung 1.600 Jahre dauerte, in den letzten 25 Jahren geschmolzen sind](#). Und lassen wir außer Acht, dass die sommerliche Erwärmung im Inneren der großen Kontinente auf der Nordhalbkugel die Modellvorhersagen mit einem rasanten Anstieg von 6-7° Celsius seit dem letzteiszeitlichen Maximum überflügelt hat, so [ein Artikel, der den Temperaturanstieg im Inneren Chinas dokumentiert](#) und [Proceedings of the National Academy of Sciences vom 15. Mai 2013](#), dass die IPCC-Projektionen immer wieder als zu konservativ offenbart wurden, einschließlich des Herunterspielens der Auswirkungen von Emissionen, wie [Nature Climate Change am 9. März 2014 hervorhebt](#). Am 24. März 2014 kommentierte der renommierte Klimawissenschaftler [Michael Mann den Klimawandel in der fünften Beurteilung des IPCC folgendermaßen](#): „Es betrifft nicht die weit entfernte Zukunft und irgendwelche exotischen Kreaturen - es betrifft uns und es findet gerade statt.“ Am 29. Juli 2015 akzeptierte Michael Mann die Arbeit von James Hansen und Kollegen und kam zu dem Schluss, dass der Klimawandel nunmehr exponentiell ansteigt ([ab 31:20 in diesem Interview](#)). Er macht mit einer Mischung aus der Fantasie entsprungener Hoffnung und sehr konservativer Realität weiter, stimmt jedoch ab Markierung 36:30 zu, dass der Klimawandel einen "Umkipppunkt" erreicht hat, der auf exponentielle Veränderungen hindeutet. Wie auch [die Fünfte Bewertung einräumt](#), hat der Klimawandel bereits "auf allen Kontinenten und über die Ozeane hinweg" Spuren hinterlassen.

[Nach Forschungsergebnissen aus Science vom 8. April 2016](#), haben Prognosen zum Klimawandel in beträchtlichem Ausmaß die Rolle von Wolken unterschätzt, was bedeutet, dass die zukünftige Erwärmung weit schlimmer werden könnte, als derzeit prognostiziert. In der Zusammenfassung heißt es: „Das Global Climate Model (GCM) schätzt die Erwärmungsreaktion der globalen, mittleren Oberflächentemperatur auf eine Verdoppelung des atmosphärischen CO² gemessen an der Gleichgewichts-Klimasensitivität (ECS) im Bereich von 2,0° und 4,6° Celsius. Wolken gehören zu den Hauptunsicherheitsfaktoren. Hier zeigen wir, dass die ECS in Simulationen, in denen aus Eiskristallen und heruntergekühlten Flüssigkeitströpfchen bestehende Mischphasenwolken durch globale Satellitenbeobachtungen eingeschränkt werden, bis zu 1,3° Celsius höher sein kann. Die höheren ECS-Schätzungen stehen in direktem Zusammenhang mit einer abgeschwächten Resonanz der Wolkenphase aufgrund einer geringeren Vereisung der Wolken in einem wärmeren Klima.“

Egal, die zukünftigen Temperaturen werden wahrscheinlich am [oberen Ende des prognostizierten Bereichs liegen, weil die Prognosen allzu konservativ sind](#) und weil die [Klimaverhandlungen die Katastrophe auch nicht abwenden werden](#). Außerdem heißt es in einem [Artikel in Geophysical Research Letters vom 29. Juni 2016](#), dass die Klimasensitivität zunimmt, wenn sich der Planet erwärmt. Konkret besagt die Zusammenfassung des Artikels: „Die zukünftige globale Erwärmung durch von Menschen verursachte Treibhausgasemissionen wird von der Resonanz des Klimas abhängen, deren Wirkung sich in der Klimasensitivität äußert ... Wir besitzen eingeschränkte

Schätzungen von CO² und Klimasensitivität vor und während des PETM (Paläozän/Eozän-Temperaturmaximum) und über die Menge und der Art der Kohlenstoffzufuhr im PETM. Die Empfindlichkeit erhöhte sich ... während des PETM.“

[Bis Ende März 2013 sind die Weltmeere in den letzten zwei Jahren um etwa zehn Millimeter pro Jahr gestiegen](#). Diese Anstiegsrate ist mehr als dreimal so hoch wie die Anstiegsrate des Meeresspiegels während der satellitengestützten Beobachtungen von 1993 bis heute. Die Meerestemperaturen steigen und beeinflussen die globale Fischerei seit vier Jahrzehnten, [so Nature am 16. Mai 2013](#). Laut [Bericht der World Meteorological Organization vom Juli 2014](#) ist die Welt fast fünfmal so anfällig für Katastrophen wie vor 40 Jahren. Die Zahl und die wirtschaftlichen Kosten wetterbedingter Katastrophen sind in den letzten vier Jahrzehnten jeweils gestiegen.

Tatsächlich ist die Katastrophe schon da, obwohl sie in den Vereinigten Staaten noch nicht weit verbreitet zu sehen ist. Zumindest noch nicht, obwohl [2012 auf dem Festland der USA die höchste Temperatur aller Zeiten gemessen wurde, die den Rekord von 1998 um ein volles Grad Fahrenheit brach](#). Aber die [Ostküste Nordamerikas erlebte die heißesten Wassertemperaturen bis hinab zum Meeresgrund](#). Die [epische 'Dust Bowl' von 2012 wuchs und wuchs den ganzen Sommer über](#). In den [Geophysical Research Letters vom März 2004](#) wurde darauf hingewiesen, dass das verschwindende Meereis voraussichtlich zur Austrocknung des Westens der Vereinigten Staaten beitragen wird (genauere Untersuchungen zu diesem Thema wurden [im Dezember 2005 von Earth Interactions veröffentlicht](#)). Ebenso erwartungsgemäß [trat die Dürre 40 Jahre früher ein](#).

Die Forscher verglichen die Dürrevorhersagen für die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts mit Rekonstruktionen der Dürrebedingungen aus dem 11. Jahrhundert und stellten fest, dass die Central Plains und der Südwesten der USA die trockensten Bedingungen seit fast einem Jahrtausend erleben könnten. Die Ergebnisse wurden [am 12. Februar 2016 in Science Advances veröffentlicht](#). Die Zusammenfassung kommt zu dem Schluss: „Insbesondere wird das künftige Dürrierisiko wahrscheinlich selbst die trockensten Jahrhunderte der mittelalterlichen Klimaanomalie (1100-1300 n.Chr.) übersteigen, sowohl in moderaten (RCP 4.5), als auch bei hohen (RCP 8.5) zukünftigen Emissionsszenarien. Dies wird zu Dürrebedingungen ohne jeden Präzedenzfall im letzten Jahrtausend führen.“

Sogar [James Hansen und Makiko Sato fragen, ob der Eisverlust auf Grönland exponentiell ansteigt \(während sie lächerlicherweise eine Kohlenstoffsteuer fordern, um das „Problem“ zu „beheben“\)](#) und die vorläufige Antwort ist auf der Grundlage [jüngster Daten](#) nicht vielversprechend, einschließlich eines [fast fünffachen Anstiegs der Schmelzrate des grönländischen Eises seit den 1990er Jahren](#) und einer atemberaubenden [Schmelze von 98 Prozent der grönländischen Eisoberfläche zwischen dem 8. und 15. Juli 2012](#). Die Erklärung für dieses erstaunliche Ereignis stammt aus einem [Artikel, der am 10. Juni 2014 in Proceedings of the National Academy of Sciences veröffentlicht wurde](#): „Derselbe Mechanismus hat zwei weit verbreitete Schmelzereignisse ausgelöst, die sich in den Jahren 1889 und 2012 in einem Abstand von über 100 Jahren ereigneten. Wir stellten fest, dass eine Kombination aus Ruß von Waldbränden und steigende Temperaturen beide Ereignisse hervorrief.“

Weitere Erläuterungen findet man im [Journal of Geophysical Research: Atmospheres vom 14. Juni 2014](#). Auch die Mainstream Medien nehmen es endlich zur Kenntnis: [Die Washington Post meldet am 18. Juli 2013](#) die neunthöchste Schneedecke im April auf der Nordhalbkugel und die drittniedrigste Schneedecke des Folgemonats verzeichnet (relevante Daten seit 1967). Der Artikel trägt die Überschrift „Schnee und arktische Meereisaustrückung verschwinden plötzlich, während der Globus gebacken wird.“ Sogar die Ausgabe vom 5. August 2015 des *Rolling Stone* enthält einen Artikel mit der [Überschrift](#): „Der Punkt, an dem es kein Zurück mehr gibt, ist erreicht: Die Alpträume des Klimawandels sind bereits da.“ [Einer Veröffentlichung von Geophysical Research Letters vom 9. Juli 2016 zufolge](#), hat die grönländische Eisdecke im Vierjahreszeitraum von 2011 bis 2014 eine Billion Tonnen Wasser verloren. Das ist ungefähr das Doppelte der typischen Verlustrate in den neunziger Jahren bis Mitte der 2000er Jahre. In der Folge verdoppelte sich auch der Beitrag Grönlands zum Anstieg des Meeresspiegels, so dass allein Grönland von 2011 bis 2014 jedes Jahr 0,75 mm zum Meeresspiegelanstieg beitrug.

Besonders bedenklich für die Menschheit ist, dass der Klimawandel [jedes Jahr den verfrühten Tod von fünf Millionen Menschen verursacht](#). Hinzu kommen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Aspekten des Verfalls der Umwelt. Beispielsweise [verursacht die Erwärmung der Arktis die Freisetzung giftiger Chemikalien, die lange in Schnee, Eis, Meer und Boden der Region eingeschlossen waren](#) (siehe auch: [Forschungsergebnisse, veröffentlicht am 24. Juli 2011 in Nature Climate Change](#)).

Die Emission von Treibhausgasen steigt weiter und erreicht Rekordhöhen. Nach einem Bericht der Internationalen Energieagentur vom 10. Juni 2013, [setzte sich der schreckliche Trend im Jahr 2012 fort](#), als die Kohlendioxidemissionen das fünfte Jahr in Folge einen Rekordwert erreichten. Durch diesen Trend gerät die Katastrophe ins Fadenkreuz, da die stets konservative Internationale Energieagentur nun meldet, dass wir auf eine Erwärmung von über 5° Celsius zusteuern. Der [U.S. State of the Climate](#) von 2013, veröffentlicht am 17. Juli 2014 als Ergänzung zum [Bulletin der American Meteorological Society](#) vom Juli 2014, [kommt zu der Schlussfolgerung](#):

Die Meeresoberfläche erwärmt sich weiter

Der Meeresspiegel erreicht ein Rekordhoch

Die Gletscher ziehen sich das 24. Jahr in Folge zurück

Treibhausgase steigen weiter an

Die Oberflächentemperatur des Planeten bleibt nahe bei ihren wärmsten Werten

Die Zahl warmer Tage steigt, die Zahl kühler Nächte sinkt

[Ganz im Gegensatz zu dem populären, konträren Mythos hat sich die globale Erwärmung beschleunigt, wobei die globale Erwärmung in den 15 Jahren bis März 2013 insgesamt stärker war als in den 15 Jahren zuvor](#). Während am unmöglich zu errei-

chenden und unsinnigen, politischen Ziel von 2° Celsius festgehalten wird, hebt ein [Artikel in Science vom 3. Juli 2015](#) hervor, dass „[die Wassertemperaturen bis in 700 Meter Tiefe so angestiegen sind, dass einige Arten zur Migration gezwungen wurden.](#)“ In einem [Artikel zum gleichen Thema in Science vom 9. Juli 2015 wurde festgestellt](#), dass ein Großteil der Erwärmung der Ozeane seit 2003 im westlichen Pazifik und im Indischen Ozean 100 bis 300 Meter unter der Oberfläche stattfand. [Science berichtet am 22. August 2014](#), dass diese Erwärmung dazu geführt hat, dass etwa 90% der gesamten globalen Erwärmung in die Erwärmung der Ozeane flossen, und diese sich laut einem Artikel der *Geophysical Research Letters* vom März 2013 dramatisch erwärmt haben. Ein [Artikel in Environmental Research Letters vom 20. März 2014](#) weist darauf hin, dass [Oberflächentemperaturen das Ausmaß der globalen Erwärmung nur dürftig widerspiegeln](#). Sogar [das Magazin Slate vom 5. November 2013 hatte es realisiert](#) und die [Schlagzeile des Guardian vom 13. November 2013 verkündet](#): „Neue Studie zeigt: Globale Erwärmung seit 1997 mehr als doppelt so schnell wie bisher vermutet.“ Ungefähr 30% der Meereserwärmung im vergangenen Jahrzehnt hat in den tieferen Ozeanen in den Tiefen unter 700 Metern stattgefunden, was zumindest im letzten halben Jahrhundert beispiellos war. Laut einer [Veröffentlichung in Science vom 1. November 2013](#), war [die Erwärmungsrate des Pazifischen Ozeans in den letzten 60 Jahren 15-mal höher als irgendwann in den letzten 10.000 Jahren vorher](#). Bis Ende 2013, [dem viertwärmsten Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen, erwärmten sich vor allem die tiefen Ozeane besonders schnell und sowohl NASA wie NOAA meldeten keine Unterbrechung im langfristigen Erwärmungstrend](#). Laut *Skeptical Science* [„eskalierte die Erwärmung des Ozeans 2013 rapide und erreichte eine Rate von über 12 Hiroshima-Bomben pro Sekunde - mehr als das Dreifache des letzten Trends.“](#) Wenn Hitze, die in den Ozean strömt, die Landoberflächentemperaturen zu beeinflussen beginnt, „ist eine schnelle Erwärmung zu erwarten“, [heißt es in einem Artikel in Nature Climate Change vom 9. Februar 2014](#). James Wight [schrieb am 12. März 2014 in Skeptical Science](#), dass „sich die Erde schneller als je zuvor erwärmt.“ Ein [Artikel, aus der Online-Ausgabe von Nature Climate Change vom 18. Januar 2016](#) stellte fest, dass [„mehr als 90 Prozent der seit den 1970er Jahren durch die Verschmutzung durch Treibhausgase eingefangenen Wärme in den Ozeanen gespeichert wurde und ... etwas mehr als ein Drittel dieser ‚seefahrenden‘ Hitze sich bis in Tiefen von mehr als 2.300 Fuß \(700 Meter\) hinuntergearbeitet hat.“](#) Das Fazit der [Zusammenfassung](#): „Fast die Hälfte des Anstiegs des globalen OHC-Gehalts [Ocean Heat Content] im Industriezeitalter fand in den letzten Jahrzehnten statt, wobei über ein Drittel der akkumulierten Wärme unterhalb von 700 m auftrat und stetig ansteigt.“ Nicht einmal die Aufzeichnungen für die Landoberflächen lassen eine Unterbrechung der Erwärmung erkennen, [wie Science am 3. Juni 2015 berichtet](#). Ein [Artikel in Nature Climate Change vom 20. Juni 2016 kommt zu der Schlussfolgerung](#), dass die so genannte Verlangsamung der globalen Erwärmung in den frühen 2000er Jahren auf zwei Faktoren zurückzuführen ist, eine negative Phase der [Pazifische Dekaden-Oszillation](#) und einen Anstieg der Aerosole durch chinesische, industrielle Aktivität. Letzteres ist der wesentliche Beitrag dieser Studie und zeigt die zwei Seiten der Medaille, die mit industrieller Aktivität verbunden ist. Insbesondere weil sich den Treibhausgasen, die wie Heizdecken über der Erde liegen, Aerosole zugesellen, insbesondere solche, die beim Verbrennen von schmutziger Kohle entstehen und das einfallende Sonnenlicht reflektieren. Das [letzte Phä-](#)

[nomen](#) wurde massiv unterschätzt und fälschlicherweise als relativ unwichtig angesehen.

Zeitgleich mit der starken Erwärmung des Ozeans ist die Todesspirale des arktischen Meereises bereits in vollem Gange, wie das unten stehende Video zeigt. Wie [in *Geophysical Research Letters* vom 22. Februar 2014 berichtet wurde](#), sind die Meeresoberflächentemperaturen in den letzten zehn Jahren um 0,5° bis 1,5° Celsius gestiegen. [„Die sieben niedrigsten, durch Satellitenaufnahmen ermittelten Ausdehnungen des Meereises im September sind alle in den letzten sieben Jahren aufgetreten.“](#)

Todesspirale des arktischen Meereises, Update 2018:

<https://www.youtube.com/watch?v=6sbBxECIKxs>

In die Kategorie der Mythenbekämpfung fallen aktuelle Forschungsergebnisse, [die im August 2013 von *Proceedings of the National Academy of Sciences* veröffentlicht wurden](#). Im Gegensatz zu der Vorstellung, dass sich ändernde Sonnenstrahlung für die steigende globale Temperatur verantwortlich ist, [erreichte die Menge der Sonnenstrahlung, die durch die Erdatmosphäre strömt und bis zur Oberfläche gelangt, in den 1930er-Jahren einen Höhepunkt und nahm von den 1940er-Jahren bis in die 1970er-Jahre erheblich ab und änderte sich danach kaum](#). Tatsächlich [ist der derzeitige solare Aktivitätszyklus der schwächste seit einem Jahrhundert](#). Darüber hinaus wird, [laut einem Bericht in *Nature GeoScience* vom 22. Dezember 2013](#), der Klimawandel durch Wärmeschwankungen der Sonne nicht stark beeinflusst

[Der globale Meereisverlust](#) entspricht dem Trend in der Arktis. Es geht immer weiter bergab, mit den fünf niedrigsten registrierten Werten, die alle in den letzten sieben Jahren (bis 2012) aufgetreten sind. Wie [Science im Juni 2013 berichtet](#), schmilzt das Schelfeis der Antarktis von unten. In einem Interview für den [entsprechenden Artikel](#) in *National Geographic* vom 13. Juni 2013 zeigten sich die Wissenschaftler überrascht über den Grad der Veränderung. Was für eine Überraschung! Drei Monate später hält die [Ausgabe von Science vom 13. September 2013 eine weitere Überraschung für etablierte Wissenschaftler bereit](#): Der [Pine-Island-Gletscher schmilzt von unten infolge der Erwärmung des Meerwassers](#). Und, [laut einem Artikel in *Nature Climate Change* vom 12. Januar 2014](#) war vier Monate nach dieser schlimmen Feststellung [die Schmelze des massiven Gletschers irreversibel](#) (Robert Scribblers [gibt einen Überblick](#) über das letztere Phänomen).

Die Erde könnte auf einen Ozean zusteuern, der fast kein Leben mehr enthält. Alles Leben auf der Erde entstand aus dem Ozean. Was dem Ozean passiert, passiert uns auch. [Laut Robert Scribblers vom 28. August 2015](#) sind Nuancen eines [Canfield-Ozeans](#), hervorgerufen durch Schwefelwasserstoff, der in „unangenehm riechenden, purpurfarbenen Wellen entlang der Küste Oregons auftritt, ein Zeichen dafür, dass es möglicherweise gerade anfängt.“ Scribblers zitiert Peter Wards Buch, *Under a Green Sky*:

Schließlich betrachten wir die Oberfläche des großen Meeres selbst und soweit das Auge reicht, ist es eine spiegelglatte Fläche, einen Ozean ohne Schaumkronen. Dies ist jedoch nicht die größte Überraschung. Vom Ufer bis zum Horizont gibt es nur endlose, violette Farbe - ein riesiges, flaches, öliges Violett, das überhaupt nicht wie

Wasser aussieht und wie nichts von unserer Welt aussieht. Keine Fische brechen durch die Oberfläche, keine Vögel oder andere fliegende Wesen tauchen auf der Suche nach Nahrung ein. Die violette Farbe kommt durch eine enorme Konzentration schwimmender Bakterien, denn die Ozeane der Erde sind alle mit einem hundert Fuß [30m] dicken Furnier violetter und grüner Bakteriensuppe überzogen. *Beach Connection* vom 28. August 2015 ordnet die violetten Wellen einer Unmenge von quallenartigen Kreaturen zu, die Salpidae genannt werden. Das Urteil steht noch aus.

Dann sehen Sie, wohin wir gehen

Die Klimasituation ist viel schlimmer, [als ich Sie glauben gemacht habe](#), und [beschleunigt sich viel schneller, als es die Modelle vermuten lassen](#). Sogar das Center for Disease Control and Prevention erkennt [hier](#) und [in einer Pressemitteilung vom 6. Juni 2013 an](#), dass potenziell tödlichen Hitzewellen in naher Zukunft bevorstehen können. Einen Monat später legt die World Meteorological Organization nach und [hebt hervor](#), dass die Erde im Zeitraum 2001-2010 beispiellose Klimaextreme erlebte, die zu einem Anstieg der durch Hitze verursachten Todesfälle um mehr als 2.000 Prozent beitrugen. Selbst die US-Regierung gibt in einem [Bericht vom 4. April 2016 zu](#), dass der Klimawandel die Amerikaner krank macht. Im Speziellen [kommt der Bericht zu dem Schluss](#), dass „die globale Erwärmung die Luft schmutziger, das Wasser dreckiger und die Lebensmittel verdorbener machen wird. Es warnte vor Krankheiten wie denen, die durch Zecken und Mücken verbreitet werden, vor längeren Allergieperioden und Tausenden von Todesfällen durch Hitzewellen. Gina McCarthy, Leiterin der Umweltschutzbehörde, sagte, als wäre das nicht genug, dass der Klimawandel auch die psychische Gesundheit der Menschen beeinflusst.“

Zum Thema der Ausbreitung tödlicher Krankheiten [fasst ein Artikel in der Online-Ausgabe von *Trends in Parasitology* vom 18. Januar 2016 zusammen](#): „Die Intensivierung der Lebensmittelproduktion kann die Prävalenz von Krankheiten in Nahrungspflanzen und -tieren erhöhen. Mikrosporidien sind unterschiedlich weit verbreitete, opportunistische und dichteabhängige Parasiten, die Wirte aus fast allen bekannten Tier-Taxa infizieren. Sie kommen häufig in stark bewirtschafteten aquatischen und terrestrischen Wirten vor, von denen viele für Tierseuchen anfällig sind und die von entscheidender Bedeutung für die Stabilität der Tier-Mensch-Nahrungskette sind. Massenaufzucht und Veränderungen im globalen Klima können die Verbreitung von Krankheiten und eine effizientere Übertragung von Parasiten auslösen. Es gibt starke Belege für eine zunehmende Prävalenz von Mikrosporidiose bei Tieren und Menschen sowie für den Austausch von Krankheitserregern zwischen Wirten und Biomen.“

Ein [Artikel in *Science Advances* vom 10. Juni 2016 weist darauf hin](#), dass die Auswirkungen des Klimawandels an einem Ort über die ganze Welt ausstrahlen können. Die Zusammenfassung des Papiers schlussfolgert: „Seit 2001 hat sich die wirtschaftliche Konnektivität so ausgeweitet, dass die Kaskadierung von Produktionsausfällen erleichtert wird. Der Einfluss dieses Strukturwandels hat die Auswirkungen der vergleichsweise schwachen Klimaerwärmung in diesem Jahrzehnt

dominiert. Die Intensivierung des internationalen Handels kann daher insbesondere unter dem Gesichtspunkt der zukünftigen Erwärmung die Klimaverluste verstärken, wenn keine Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden.“

Obwohl die Hitze des Klimawandels - und nicht die Kälte - der wahre Killer ist, können Temperaturschwankungen [laut einer in der Dezemberausgabe 2013 des Journal of Economic Literature veröffentlichten Studie](#) sogar noch tödlicher sein als hohe Temperaturen. Insbesondere Untersuchungen, [die in Proceedings of the Royal Society of London vom 29. Januar 2014 veröffentlicht wurden](#), zeigen, dass Insekten besonders anfällig für Temperaturschwankungen sind.

[An beiden Polen steigt der Verlust der Eisdecke weiter](#), und die Erwärmung der Westantarktischen Eisdecke ist [doppelt so hoch wie in früheren wissenschaftlichen Schätzungen](#). [Das arktische Eis erreicht einen nie zuvor gesehen Tiefststand, halb so viel wie noch 1980](#), und die [Arktis verlor allein 2012 genug Meereis, um Kanada und Alaska damit zu bedecken](#). Kurz gesagt, [das Sommereis in der Arktis ist fast völlig verschwunden](#). Darüber hinaus [könnte die Arktis bis zum Sommer 2015 eisfrei sein](#), ein Ereignis, das zuletzt vor mindestens [2,6 Millionen Jahren stattfand](#), und ungefähr mit dem Auftreten der Gattung *Homo* auf der Erde zusammenfiel. Zu den Folgen des abnehmenden arktischen Eises zählen [extreme Kältebedingungen auf den nördlichen Kontinenten](#) (Dies zeigt, warum „Klimawandel“ ein besserer Begriff ist als „globale Erwärmung“). [Das grönländische Eis schmilzt rasant](#), was nur für Klimaforscher aus dem Mainstream überraschend kommt.

Die vor 125.000 Jahren begonnene eemische Zwischeneiszeit wird häufig als Vorbild für den gegenwärtigen Klimawandel herangezogen. Wie allerdings [die Geophysical Research Letters am 5. Juni 2012 hervorhoben](#), unterschied sich die Eem in wesentlichen Details von den modernen klimatischen Bedingungen. [Die Eem ist ein schlechtes Gegenstück zum gegenwärtigen Klimawandel](#), insbesondere im Hinblick auf das rasche, anhaltende Verschwinden des Sommereises in der Arktis.

Sogar die konservative [Internationale Energieagentur hat das Handtuch geworfen und festgestellt, dass „erneuerbare“ Energie nicht mit den alten, schmutzigen Standardquellen mithalten kann](#). Infolgedessen geht aus dem [Bericht der Internationalen Energieagentur vom 17. April 2013](#) hervor, dass die Entwicklung von kohlenstoffarmer Energie zu langsam voranschreitet, um die globale Erwärmung zu begrenzen.

Die Arktis ist nicht Vegas - was in der Arktis passiert, bleibt nicht in der Arktis - sie ist die Klimaanlage des Planeten. [Der Wissenschaftler Charles Miller vom NASA Jet Propulsion Laboratory erklärte am 10. Juni 2013](#): „Der Klimawandel in der Arktis vollzieht sich bereits schneller, als sich die Ökosysteme anpassen können. Ein Blick auf die Arktis ist wie ein Blick auf den sprichwörtlichen Kanarienvogel in der Kohlemine für das gesamte Erdsystem.“ Außerdem sind die [„durchschnittlichen Sommertemperaturen in der kanadischen Arktis jetzt so hoch wie vor beinahe 50.000 Jahren“](#) (und [vielleicht sogar wie vor 120.000 Jahren](#)) laut einem [online veröffentlichten Artikel vom 23. Oktober 2013](#) in *Geophysical Research Letters*. Die regionale Erwärmung beschleunigt sich, da die Arktis [laut einem Artikel des Open Atmospheric Science Journal vom Oktober 2014](#) rapide an Eis verliert. Barrow, die nördlichste Gemeinde in Alaska, beobachtete für den Zeitraum von 1921-2012 eine Erwärmung von 1,51°

Celsius. Dies entspricht ungefähr dem doppelten globalen Wert und stimmt mit der bekannten polaren Verstärkung überein. Für den Zeitraum 1979-2012 wurde ein durchschnittlicher jährlicher Temperaturanstieg von 2,7° Celsius festgestellt, ein beschleunigter Anstieg der Erwärmung im Vergleich zu den vorherigen Jahrzehnten. ... Die große Fläche an offenem Wasser vor der Nordküste Alaskas im Herbst ging mit einem Anstieg der Oktobertemperatur in Barrow um beachtliche 7,2° Celsius über den Zeitraum von 34 Jahren einher.“

Zum Thema Geschwindigkeit des Klimawandels wird in einem [Artikel in Ecology Letters vom August 2013](#) darauf hingewiesen, dass die Rate des projizierten Klimawandels die früheren Raten der klimatischen Nischenentwicklung bei Wirbeltierarten dramatisch übertreffen. Mit anderen Worten, Wirbeltiere können sich nicht schnell genug entwickeln oder anpassen, um mit den stattfindenden und projizierten Klimaveränderungen Schritt zu halten. Darüber hinaus sind Mikroben im Boden - Organismen, die einen enormen Einfluss auf den Kohlenstoffkreislauf unseres Planeten haben - möglicherweise nicht so anpassungsfähig an den Klimawandel, wie die meisten Wissenschaftler angenommen haben. [Dies geht aus einem Artikel hervor, der am 2. März 2016 in PLOS One veröffentlicht wurde](#): „Diese Studie stützte sich auf ein langfristiges gegenseitiges Bodentransplantationsexperiment, um die Reaktion von Trockenböden auf den Klimawandel zu untersuchen. Die beiden Transplantationsorte lagen 500 Höhenmeter getrennt voneinander auf dem gleichen Berghang im Osten des US-Bundesstaates Washington und wiesen ähnliche Pflanzenarten und Bodentypen auf. Wir haben die ursprünglichen Bodentransplantationen und -kontrollen von 1994 erneut untersucht und nach 17 Jahren die CO₂-Produktion, die Temperaturreaktion, die Enzymaktivität und die Struktur der Bakteriengemeinschaft gemessen.“ Das Fazit [geht aus einem Bericht von Phys.org hervor](#): „Die Wissenschaftler fanden auch nach 17 Jahren eine geringere Anpassungsfähigkeit als erwartet. Während sich die mikrobielle Zusammensetzung der Proben kaum veränderte, behielten die Mikroben in den beiden Testsätzen von transplantierten Böden viele ihrer Merkmale in ihrem "natürlichen" Klima bei, einschließlich zu einem großen Teil ihre ursprüngliche Atmungsrate.“ Mit anderen Worten, selbst die kleinsten Organismen sind nicht in der Lage, mit Klimaveränderungen Schritt zu halten. Vielmehr ist die biologische Aktivität in Böden angesichts großer, rascher Klimaveränderungen relativ konstant.

Wie kritisch ist arktisches Eis? Während fast 80 Kalorien erforderlich sind, um ein Gramm Eis bei 0° Celsius zu schmelzen, erhöht das Hinzufügen von 80 Kalorien zu demselben Gramm Wasser bei 0° Celsius seine Temperatur auf 80° Celsius. Anthropogene Treibhausgasemissionen fügen der Erdoberfläche mehr als 2,5 Billionen Kalorien pro Stunde (ca. [3 Watt pro Quadratmeter](#), fortlaufend) hinzu.

Wechselwirkungen zwischen Rückkopplungen führen zu nichtlinearen Ergebnissen. Die plötzliche Kaskadierung von Nichtlinearitäten wird in einem Artikel [in Interface vom 11. November 2015](#) ausführlich erläutert. Interaktionen zwischen Rückkopplungen sind in der Arktis besonders offensichtlich. Zum Beispiel, wird in *Geophysical Research Letters* vom 5. Mai 2014 berichtet, dass "eine weitere Reduzierung der saisonalen Eisdecke in Zukunft zu größeren Wellen führen wird, die wiederum einen Mechanismus zum Aufbrechen von Meereis und zur Beschleunigung des Eisrückgangs anstoßen werden." Ein anderes Beispiel aus der Region ist Thema eines [Arti-](#)

[kels in *Geophysical Research Letters* vom 10. September 2015 mit dem Titel "Steigende Methanemissionen aus nördlichen Feuchtgebieten stehen im Zusammenhang mit dem Rückgang des Meereises."](#) Wie aus dem Titel hervorgeht, zeigt der Artikel "dass steigende Methanemissionen in Feuchtgebieten mit dem Rückgang des Meereises verbunden sind". Weitere Beweise für diese Form von Wechselwirkungen kommen auf. Ein [Artikel in *Philosophical Transactions of the Royal Society A* vom 5. Oktober 2015](#) nimmt den Durchschnitt von zwei vom IPCC angebotenen konservativen Erwärmungsszenarien und kommt zu dem Schluss, dass in gefrorenen Boden eingeschlossener Kohlenstoff, der hauptsächlich in Form von Methan vorliegt, schnell auf Erwärmung reagiert. Im Speziellen [„entspricht die Menge an Kohlenstoff aus dem Permafrost, die in die Atmosphäre gelangt, für jedes Grad Celsius der globalen Erwärmung, 1,5 Jahren globaler Kohlendioxidemissionen.“](#) Über ein weiteres Beispiel für Wechselwirkungen zwischen sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekten [wurde in *Scientific Reports* vom 29. Oktober 2015 berichtet](#). In diesem Fall sah man Tundra-Brände als Ursache für das Auftauen von Permafrost. Mehr Brände bedeuten mehr Kohlenstoff in der Atmosphäre. Das Gleiche gilt für die Methanfreisetzung aus dem auftauenden Permafrost. Je mehr Brände entstehen, desto mehr Methan wird aus dem auftauenden Permafrost freigesetzt. Dies schafft bessere Bedingungen für immer mehr Brände. Ein [in der Online-Ausgabe von *Scientific Reports* am 10. November 2015 veröffentlichter Artikel bietet ein Beispiel für die Bildung von Meereis und die Freisetzung von Methan](#): „Die Verstärkung der globalen Erwärmung in der Arktis hat zu einem verstärkten Rückzug des Meereises im Sommer geführt, der den Gasaustausch zwischen dem Arktischen Ozean und der Atmosphäre beeinflusst, wo Meereis zuvor als physikalische Barriere fungierte. Kürzlich beobachtete, erhöhte atmosphärische Methankonzentrationen in arktischen Regionen mit fraktionaler Meereisbedeckung deuten auf unerwartete Rückkopplungen beim Methanzyklus hin.“ Ein [Artikel im *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* vom 23. November 2015 vertieft die Wechselwirkung zwischen Waldbränden und dem Auftauen des Permafrostbodens](#): „Es zeigt sich, dass die Klimaerwärmung der dominierende Faktor für die Reduzierung des Permafrosts ist. Der Erwärmungstrend des Klimas wird die Ausdehnung des Permafrosts in dieser Region von derzeit 67% auf 2% bis 2100 verringern. ... Da die aktive Schicht nach einem Brand dicker ist und sich in den meisten Bereichen nicht erholen kann, sind die Brandauswirkungen auf die aktive Schicht weit verbreitet. Im Durchschnitt verdickt ein Brand die aktive Schicht um etwa 0,5 m. Die Auswirkungen von Feuer auf die aktive Schicht hat sich nach 1990 aufgrund der Klimaerwärmung deutlich erhöht.“ *Annals of Applied Bio-Sciences* vom Januar 2016 enthält einen [Artikel mit dem Titel „Positive Rückkopplung zwischen Klimawandel, Waldschädlingen und Kohlenstoffkreislauf.“](#) Dies ist einer von den seltenen Fällen, in denen der Titel die Geschichte vorwegnimmt. Dies ist ein weiteres Beispiel für eine Wechselwirkung zwischen sich selbst verstärkenden Rückkopplungsmechanismen.

Laut einem [Artikel der Online-Ausgabe von *Geophysical Research Letters* vom 22. Februar 2016](#), ist „das Auftauen des Permafrostbodens ebenso wichtig wie die Geschichte der Brände“ um die Veränderung der prozentualen Baumbedeckung (PTC) im Zeitraum 2000-2014 zu erklären. Darüber hinaus „überwiegt am südlichen Rand der Permafrostzone der PTC-Verlust aufgrund des Auftauens von Permafrost den PTC-Gewinn aus dem Nachwachsen nach den Bränden. Diese Ergebnisse unter-

streichen die Bedeutung des Auftauens von Permafrost für die Kontrolle der regionalen borealen Waldveränderungen im letzten Jahrzehnt.“

Die Übersäuerung der Ozeane in Verbindung mit dem erhöhtem Anteil von atmosphärischem Kohlendioxid [schreitet mit beispielloser Geschwindigkeit](#) - die [schnellste in den letzten 300 Millionen Jahren](#) - voran, was zu einer [starken Simplifizierung der Ökosysteme](#) führt und dadurch selbst ein [Massensterben auslösen kann](#). Bereits [in den letzten drei Jahrzehnten ist die Hälfte des Great Barrier Reefs abgestorben](#) und das [gesamte marine Nahrungsnetz ist bedroht](#). Wie bei vielen Eigenschaften [ist der Arktische Ozean auch führend bei der Übersäuerung](#). Ähnlich wie die Temperaturverzögerung in Bezug auf die Erhöhung der Treibhausgasemissionen bleiben Änderungen des Säuregehalts der Ozeane hinter Veränderungen des atmosphärischen Kohlendioxids zurück, wie [Environmental Research Letters am 21. Februar 2014 berichtet](#). Ein weiterer Beitrag zu den Wechselwirkungen bei der Übersäuerung der Meere stammt aus einem [Artikel in Nature Geoscience vom 18. April 2016, in dem berichtet wird, dass die Übersäuerung der Meere eine gewichtige Konsequenz der Freisetzung von Kohlendioxid in die Atmosphäre durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe ist](#). Insbesondere wenn überschüssiges atmosphärisches CO₂ mit Meerwasser reagiert, bildet es Kohlensäure, die wiederum den Ozean „übersäuert“ und dramatische Veränderungen in den Ökosystemen der Ozeane verursacht. Der Arktische Ozean reagiert besonders empfindlich auf solche Veränderungen. Diese jüngste Studie stellt die These eines neuartigen Mechanismus für die Übersäuerung des Arktischen Ozeans auf, die die Freisetzung und den anschließenden Abbau von organischem Material aus aufgetautem Permafrost und kohlenstoffreichem Abfluss der Flüsse im Meerwasser umfasst. Mit anderen Worten, das Schmelzen von Permafrost an Land führt zu einer beschleunigten Übersäuerung des Ozeans.

Eine [in der Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 18. April 2016 veröffentlichte Studie zeigt einen starken Beitrag von Süßwasser und terrestrischem Kohlenstoff zur Übersäuerung des ostsibirischen Arktischen Schelfs](#). Die Studie nennt Igor Semiletov und Natalia Shakhova als Co-Autoren und zeigt die Wechselwirkung zwischen den untersuchten, sich selbst verstärkenden Rückkopplungseffekten, der Süßwasserschmelze, dem Permafrost und der Übersäuerung des Ozeans.

Beobachtungen seit 1999 deuten darauf hin, dass der Säuregehalt an einigen Orten bereits Werte überschritten hat, die Forscher nicht vor dem Jahr 2100 erwartet haben. Dies lag zum Teil an der „extremen Aragonit-Untersättigung“. Aragonit ist eine Form von Calciumcarbonat, die im Ozean weit verbreitet ist. Es kippt die Ozeanchemie in Richtung des Grundniveaus der pH-Skala. Kohlenstoff im Wasser kippt die pH-Skala in Richtung des Säureniveaus. Der Grad, in dem das Wasser mit Aragonit gesättigt ist, ist ein Marker für den Calciumgehalt insgesamt - und ein Marker für die Übersäuerung, die durch zunehmende Kohlenstoffbelastung im Wasser verursacht wird.

Sogar Bakterien werden durch die Übersäuerung des Ozeans negativ beeinflusst. Laut einem [Bericht in Nature Climate Change vom 11. Januar 2016 fungieren](#), diese [winzigen Organismen als Kläranlagen des Ozeans. Gleichzeitig helfen Bakterien bei](#)

der Freisetzung von Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor, die für die Nahrungskette unerlässlich sind.

Eine Metaanalyse von 632 veröffentlichten Experimenten aus der Online-Ausgabe von *Proceedings of the National Academy of Sciences* vom 12. Oktober 2015 quantifizierte die Richtung und das Ausmaß des ökologischen Wandels, der Resultat der Übersäuerung und Erwärmung der Ozeane ist, und stellte in der Regel eine Vereinfachung fest. In der Zusammenfassung heißt es: „Die Analyse der Reaktionen in Kurz- und Langzeitexperimenten sowie von Studien an natürlichen CO₂-Schloten zeigt nur wenige Anzeichen für eine Akklimatisierung an Übersäuerung oder Temperaturänderungen, mit Ausnahme von Mikroben. Diese Konzeptualisierung des Wandels über ganze Gemeinschaften und ihrer trophischen Verbindungen hinweg prognostiziert eine Verringerung der Vielfalt und der Verbreitung verschiedener Schlüsselspezies, die das derzeitige Funktionieren der Meeresökosysteme stützen.“ Immer mehr Wissenschaftler sind sich einig, dass eine Erwärmung von 4 bis 6° Celsius einen toten Planeten zur Folge haben wird. Und sie sagen weiter, dass wir diesen Punkt viel früher erreichen werden, als die meisten Leute glauben. Die Zusammenfassung eines Berichts aus Online-Ausgabe des *Bulletin of Mathematical Ecology* vom 25. November 2015 enthält die folgenden Zeilen: „Der weltweite Abbau von atmosphärischem Sauerstoff (der, falls er eintritt, offensichtlich den größten Teil des Lebens auf der Erde töten kann) ist eine mögliche weitere, katastrophale Folge der globalen Erwärmung, eine globale ökologische Katastrophe, die übersehen wurde.“ Die Studie zeigt, dass ein Anstieg der Wassertemperatur der Weltmeere um rund sechs Grad Celsius, den einige Wissenschaftler schon für 2100 prognostizieren, die Sauerstoffproduktion durch Phytoplankton durch Unterbrechung des Photosyntheseprozesses zum Stillstand bringen könnte. Laut einer Überschrift der University Corporation for Atmospheric Research, „wird der weitverbreitete Verlust des maritimen Sauerstoffs in 2030er Jahren bemerkbar werden.“ Die in *Global Biogeochemical Cycles* veröffentlichte Studie enthält die folgende Zusammenfassung: „Unsere Ergebnisse belegen eindeutig den starken Einfluss der natürlichen Klimavariabilität auf die innere Sauerstoffverteilung.“ Selbst wenn der Mensch unter Wasser atmen könnte, würden wir Sauerstoff dafür benötigen.

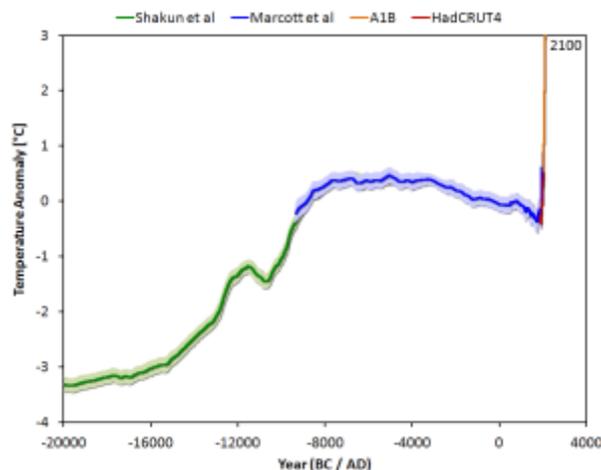
Clive Hamilton kommt in seinem Buch *Earthmasters* vom April 2013 zu dem Schluss, dass „ohne [mit industrieller Aktivität verbundene atmosphärische Sulfate]... die Erde um zusätzliche 1,1 C wärmer wäre.“ Diese Schätzung entspricht der von James Hansen und Kollegen, die auf eine Abkühlung von 1,2° Celsius (plus oder minus 0,2° Celsius), resultierend aus atmosphärischen Partikeln, schließen (die vollständige Veröffentlichung in *Atmospheric Chemistry and Physics* vom 22. Dezember 2011 finden Sie hier). Beide Schätzungen sind in Relation zu einem Artikel aus dem *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* vom 27. Mai 2013 konservativ, in dem über einen Temperaturanstieg von ca. 1° Celsius aufgrund einer Verringerung der anthropogenen Aerosole um 35-80% berichtet wird. Mit anderen Worten, der Zusammenbruch bringt uns innerhalb weniger Wochen direkt auf 2° Celsius. Ein Artikel in *Energy Policy* vom Juni 2016 enthält die Feststellung, dass „es unwahrscheinlich ist, dass das <2° Celsius Ziel erreicht werden kann. Der Fokus sollte so schnell wie möglich auf dem Ausbau der erneuerbaren Energien liegen, um die Erwärmung auf 2,5-3° Celsius zu begrenzen.“ Ein Bericht in der Online-Ausgabe von *Nature Geoscience* vom

[14. März 2016 streicht heraus](#), dass die Klimasensitivität der Erde geringfügig höher ist, als von globalen Klimamodellen angenommen und viel höher ist, als in anderen Beobachtungsstudien angegeben. Insbesondere die Befüllung mit atmosphärischem Aerosol verursachte „eine Abkühlung, die etwa ein Drittel der kontinentalen Erwärmung aufgrund steigender Treibhausgaskonzentrationen im letzten halben Jahrhundert überdeckte.“ In Übereinstimmung mit diesem Ergebnis [kommt ein weiterer Artikel in derselben Ausgabe von Nature Geoscience zu dem Schluss, dass](#) „die Luftqualitätsvorschriften in der nördlichen Hemisphäre sowie die Ozean- und Luftzirkulation und das arktische Klima eng miteinander verbunden sind.“ Insbesondere Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität durch Begrenzung der Luftverschmutzung haben dazu beigetragen, die Arktis zu erwärmen.

Laut einer [Veröffentlichung in Nature Climate Change vom 24. November 2013](#), wird die Erwärmung des Planeten noch lange nach dem Ende der Emissionen andauern. Mehrere andere akademische Wissenschaftler sind in der Fachliteratur zu keinem geringeren Schluss gekommen, als dass die 2-Grad-Grenze - lange Zeit ein politisches Ziel, kein wissenschaftliches Ziel, außer unter fehlinformierten Wissenschaftlern - tatsächlich unmöglich zu erreichen ist (siehe beispielsweise [der Übersichtsbeitrag von Mark New und Kollegen](#) veröffentlicht in *Philosophical Transactions der Royal Society A* vom 29. November 2010 und der folgende [Absatz aus einem Artikel der Review of European, Comparative & International Environmental Law vom 12. März 2014](#): „Die Länder sind weiter davon entfernt, ihre Ziele zu erreichen, und die Weltgemeinschaft ist weiter davon entfernt, das Ziel zu erreichen, die Erwärmung auf 2° Celsius über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, als es die Emissionsdaten vermuten lassen“). [Das Deutsche Institut für Internationale Politik und Sicherheit](#) hat am 2. Juni 2013 festgestellt, dass eine Begrenzung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur auf 2° Celsius [nicht mehr durchführbar ist](#) (und der [Spiegel stimmt schließlich in seiner Ausgabe vom 7. Juni 2013 zu](#)), während die ultra-konservative Internationale Energieagentur [zu dem Schluss kommt, dass](#) „Kohle bis 2017 Öl als dominierenden Energieträger fast überholen wird ... ohne eine wesentliche Abkehr von Kohle könnten die globalen Durchschnittstemperaturen bis zum Jahr 2050 um 6 Grad Celsius steigen, was zu einem verheerenden Klimawandel führen würde.“ Bei 11:20 in [diesem Video](#), zeigt der Klimaforscher Paul Beckwith, dass sich die Erde innerhalb eines Jahrzehnts um 6° Celsius erwärmen könnte (er lässt ‚könnte‘ [in einem Video vom 25. November 2014](#): [„Der Abrupte Klimawandel ist bereits im Gange“](#) weg, um seinen Standpunkt zu verdeutlichen und er kommt auch zu dem Schluss, dass die Erde einen Temperaturanstieg von 16° Celsius erleben könnte, wenn auch von einem Punkt, 5° Celsius unter der heutigen globalen Durchschnittstemperatur. Beckwith wird von Dahr Jamail in *Truthout* vom 13. Januar 2015 zitiert: „Meiner Ansicht nach befindet sich unser Klimasystem im frühen Stadium des abrupten Klimawandels, der, ungebremst, innerhalb von einem oder zwei Jahrzehnten zu einem Temperaturanstieg von 5 bis 6 Grad Celsius führen wird.“ Wenn Sie Beckwiths Ansicht für extrem halten, betrachten Sie (1) einen ähnlichen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur [auf der Grundlage einer Modellanalyse, die im Dezember 2012 im Journal of Climate veröffentlicht wurde](#), (2) [den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 5° Celsius vor 55 Millionen Jahren während einer Zeitspanne von 13 Jahren](#) (beschrieben in [Proceedings of the National Academy of Sciences](#)

[vom 1. Oktober 2013](#) und stark unterstützt von [diesem Bericht in der Online-Ausgabe von Nature Geoscience vom 15. Dezember 2014](#) bevor es ein Artikel in *Climates of the Past* im Januar 2015 in Frage stellte) sowie (3) [die Rekonstruktion regionaler und globaler Temperaturen der letzten 11.300 Jahre](#) veröffentlicht in Science vom März 2013. Ein Ergebnis ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Es sind nicht nur Wissenschaftler, die wissen, worauf wir uns zubewegen. Wie Nafeez Ahmed in der Ausgabe des [Guardian vom 14. Juni 2013 berichtete](#), bereitet sich das Pentagon auf öffentlichen Dissens über Klima- und Energieschocks vor. Laut Ahmeds Artikel: „Streng geheime Dokumente der US National Security Agency (NSA), die der Guardian enthüllte, schockierten die Welt mit Enthüllungen über ein umfassendes US-basiertes Überwachungssystem mit direktem Zugriff auf Facebook, Apple, Google, Microsoft und andere Technologiegiganten. Neuseeländische Gerichtsakten legen nahe, dass Daten, die das Prism-System der NSA gesammelt hat, in die Geheimdienstallianz 'Five Eyes' geflossen sind, deren Mitglieder - neben den USA - Großbritannien, Kanada, Australien und Neuseeland sind.“ Kurz gesagt, das „Pentagon weiß, dass ökologische, wirtschaftliche und andere Krisen eine breite öffentliche Wut auf Regierung und Konzerne auslösen könnten“ und planen dementsprechend. Solche "Aktivitäten sind mit der US-Verteidigungsplanung des letzten Jahrzehnts verbunden, die zunehmend über die Gefahr von Unruhen im eigenen Land besorgt war, die durch katastrophale Ereignisse im Zusammenhang mit dem Klimawandel, Energieschocks oder Wirtschaftskrisen ausgelöst werden könnten - oder alle drei." In ihrer vierjährigen Verteidigungsbilanz 2014 zog das US-Militär das [Fazit](#): „Der Klimawandel ist eine weitere große Herausforderung für die USA und die Welt insgesamt. Mit zunehmenden Treibhausgasemissionen steigt der Meeresspiegel, die durchschnittlichen globalen Temperaturen steigen und Unwetterereignisse nehmen zu.“



Der Direktor der Central Intelligence Agency der Vereinigten Staaten, John Brennan, [hielt am 16. November 2015 auf der Eröffnungssitzung des Global Security Forums 2015 eine Rede](#), am Zentrum für strategische und internationale Studien und sprach den Klimawandel an: „Die Beziehung der Menschheit zur natürlichen Welt verschärft diese Probleme und ist eine potenzielle Quelle der Krise selbst. Das letzte Jahr war das wärmste seit Beginn der Aufzeichnungen, und dieses Jahr ist auf dem Weg, noch wärmer zu werden. Extreme Witterungsbedingungen können zusammen mit

staatlichen Maßnahmen, die sich auf die Nahrungsmittel- und Wasserversorgung auswirken, humanitäre Krisen verschlimmern oder hervorrufen. Von größter Bedeutung ist, dass stark verringerte Ernteerträge an mehreren Orten gleichzeitig einen Schock bei den Lebensmittelpreisen mit verheerenden Auswirkungen auslösen könnten, insbesondere in ohnehin fragilen Regionen wie Afrika, dem Nahen Osten und Südasien. Der eingeschränkte Zugang zu Nahrungsmitteln und Wasser erhöht die Aussicht auf Hungersnöte und tödliche Epidemien erheblich."

„Die Klimaerwärmung wird voraussichtlich die Produktion von langkettigen, mehrfach ungesättigten Omega-3-Fettsäuren im Phytoplankton verringern“, heißt es in einem [Artikel in der Online-Ausgabe von *Global Change Biology* vom 12. April 2016](#). Diese essenziellen Fettsäuren sind für die Gesundheit aller Wirbeltiere von entscheidender Bedeutung und stehen in direktem Zusammenhang mit der Gesundheit des Herz-Kreislauf- und Immunsystems sowie mit der neurologischen Funktion, dem Sehvermögen und der Reproduktion.

Durch den Klimawandel verschlechtert sich auch die Situation an Land. Steigende Mengen an atmosphärischem Kohlendioxid haben den Proteingehalt von Goldrutenpollen reduziert, einer wichtigen Nahrungsquelle für nordamerikanische Bienen in der Spätsaison. [Der Titel eines Artikels in *Proceedings of the Royal Society B* vom 13. April 2016 nimmt die Geschichte vorweg](#): Steigendes atmosphärisches CO₂ verringert die Proteinkonzentration einer Blütenpollenquelle, die für nordamerikanische Bienen unverzichtbar ist.

Der [globale Polizeistaat ist hier](#), und wird [von subtilen Änderungen der Erdrotation begleitet, die durch das Abschmelzen von Gletschern und Eisschichten verursacht werden](#) (d.h. der Klimawandel führt zu einer Verschiebung der Erdpole).

Quellenverzeichnis- Das Aussterben: Vorhergesagt und ignoriert

1. Joshua P. Howe, >> *Making Climate Change History: Documents from Global Warming's Past* <<, Credo, 2017, <https://corp.credoreference.com/component/booktracker/edition/13196.html>
2. I. Quintero und JJ Wiens, >> *Rates of projected climate change dramatically exceed past rates of climatic niche evolution among vertebrate species* <<, Ecology Letters 16, Nr. 8, August 2013, 951-1114, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23800223>
3. Matt Davis, >> *Mammals cannot evolve fast enough to escape current extinction crisis* <<, Phys.Org, 15. Oktober 2018, <https://m.phys.org/news/2018-10-mammals-evolve-fast-current-extinction.html>
4. SBS News >> *Climate change may cause mass extinctions, new report shows* <<, SBS News, 14. November 2018, <https://www.sbs.com.au/news/climate-change-may-cause-mass-extinctions-new-report-shows>
5. Giovanni Strona und Corey J. A. Bradshaw >> *Co-extinctions annihilate planetary life during extreme environmental change* <<, Scientific Reports 8, November 2018, <https://www.nature.com/articles/s41598-018-35068-1>
6. Ricardo Cardoso Neves, Lykke K. B. Hvidepil, Thomas L. Sørensen-Hygun, Robyn M. Stuart und Nadja Møbjerg >> *Thermotolerance experiments on active and desiccated states of Ramazzottius varieornatus emphasize that tardigrades are sensitive to high temperatures* <<, Scientific Reports 10, Januar 2020, <https://www.nature.com/articles/s41598-019-56965-z>
7. Francisco Sánchez-Bayo und Kris A.G. Wyckhuys >> *Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers* <<, Biological Conservation 232, April 2019, 8-27, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320718313636>
8. Sebastian Seibold, Martin M. Gossner, Nadja K. Simons, Nico Blüthgen, Jörg Müller, Didem Ambarlı, Christian Ammer, Jürgen Bauhus, Markus Fischer, Jan C. Habel, Karl Eduard Linsenmair, Thomas Nauss, Caterina Penone, Daniel Prati, Peter Schall, Ernst-Detlef Schulze, Juliane Vogt, Stephan Wöllauer und Wolfgang W. Weisser >> *Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers* <<, Nature 574, Oktober 2019, 671-674, <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1684-3>
9. Michael Le Page >> *It turns out planes are even worse for the climate than we thought* <<, NewScientist, 27. Juni 2019, <https://www.newscientist.com/article/2207886-it-turns-out-planes-are-even-worse-for-the-climate-than-we-thought/>
10. Lisa Bock und Ulrike Burkhardt >> *Contrail cirrus radiative forcing for future air traffic* <<, Atmospheric Chemistry and Physics 19, Juni 2019, 8163-8174, <https://www.atmos-chem-phys.net/19/8163/2019/>
11. Wesley Jason Schouw und Gunter Pauli >> *Jetwash-induced vortices and climate change* <<, ESSOAr: Earth and Space Science Open Archive, 12. Dezember 2019, <https://www.essoar.org/doi/10.1002/essoar.10501296.1>
12. Salvador Herrando-Pérez, Corey J. A. Bradshaw, Stephan Lewandowsky und David R. Veites >> *Statistical Language Backs Conservatism in Climate-Change Assessments* <<,

BioScience 69, Nr. 3, März 2019, 209-219, <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/69/3/209/5382637>

13. Vikki Knowles >> *Everything you need to know about the '2 degrees phenomenon' (but were too afraid to ask)* <<, Virgin, 6. Oktober 2015, <https://www.virgin.com/virgin-unite/leadership-and-advocacy/everything-you-need-know-about-2-degrees-phenomenon-were-too>

14. Ben Norton >> *NY Times admits it sends stories to US government for approval before publication* <<, The Grayzone, 24. Juni 2019, <https://thegrayzone.com/2019/06/24/new-york-times-media-us-government-approval/>

15. Sam Carana >> *How much warmer is it now?* <<, Arctic News, 2. April 2018, <http://arctic-news.blogspot.com/2018/04/how-much-warmer-is-it-now.html>

16. James Hansen, Makiko Sato, Pushker Kharecha, Karina von Schuckmann, David J. Beerling, Junji Cao, Shaun Marcott, Valerie Masson-Delmotte, Michael J. Prather, Eelco J. Rohling, Jeremy Shakun, Pete Smith, Andrew Lacis, Gary Russell und Reto Ruedy >> *Young people's burden: requirement of negative CO2 emissions* <<, Earth System Dynamics 8, Juli 2017, 577-616, <https://www.earth-syst-dynam.net/8/577/2017/>

17. Guy McPherson >> *Edge of Extinction: Global Refugees* <<, Guy McPherson, 3. November 2018, <https://guymcpherson.com/2018/11/edge-of-extinction-global-refugees/>

18. M. M. Vogel, J. Zscheischler, R. Wartenburger, D. Dee und S. I. Seneviratne >> *Concurrent 2018 hot extremes across Northern Hemisphere due to human-induced climate change* <<, Earth's Future 7, Nr. 7, Juli 2019, 692-703, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2019EF001189>

19. ESPAS European Strategy and Policy Analysis System >> *Global Trends to 2030: Challenges and Choices for Europe* <<, ESPAS, April 2019, https://espas.secure.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/ESPAS_Report2019.pdf

20. Sharon Kelly >> *'Time is Running Out,' American Petroleum Institute Chief Said in 1965 Speech on Climate Change* <<, Desmog, 20. November 2018, https://www.desmogblog.com/2018/11/20/american-petroleum-institute-1965-speech-climate-change-oil-gas?fbclid=IwAR1oDhj1i-PQX6kafCaTbRHQcUSq3PXIXokduPCSvmf5rWaUOIX-pzc_P7HE

21. Benjamin Franta >> *On its 100th birthday in 1959, Edward Teller warned the oil industry about global warming* <<, The Guardian, 1. Januar 2018, <https://www.theguardian.com/environment/climate-consensus-97-per-cent/2018/jan/01/on-its-hundredth-birthday-in-1959-edward-teller-warned-the-oil-industry-about-global-warming>

22. Neela Banerjee, Lisa Song und David Hasemyer >> *Exxon: The Road not taken* <<, inside climate news, 16. September 2015, <https://insideclimatenews.org/content/Exxon-The-Road-Not-Taken>

23. The New York Times >> *Action is urged to avert Global Climate Shift* <<, The New York Times, 11. Dezember 1985, <https://www.nytimes.com/1985/12/11/us/action-is-urged-to-avert-global-climate-shift.html>

24. Peter James Spielmann >> *U.N. Predicts Disaster if Global Warming Not Checked* <<, AP News, 30. Juni 1989, <https://www.apnews.com/bd45c372caf118ec99964ea547880cd0>

25. Cory Morningstar >> *[Part 1] Exposé | The 2° Death Dance – The 1° Cover-up* <<, The Art of Annihilation, 10. Dezember 2010, <http://www.theartofannihilation.com/part-1-expose-the-2%C2%BA-death-dance-the-1%C2%BA-cover-up/>
26. David Spratt >> *Dangerous Climate Change: Myths & Realities* <<, Breakthrough, 2015, <https://vimeo.com/109570287>
27. Jonathan Watts >> *We have 12 years to limit climate change catastrophe, warns UN* <<, The Guardian, 8. Oktober 2018, <https://www.theguardian.com/environment/2018/oct/08/global-warming-must-not-exceed-15c-warns-landmark-un-report>
28. Natalia Shakhova, Igor Semiletov und Evgeny Chuvilin >> *Understanding the Permafrost-Hydrate System and Associated Methane Releases in the East Siberian Arctic Shelf* <<, Geosciences 9, Nr. 6, Juni 2019, <https://www.mdpi.com/2076-3263/9/6/251/htm>
29. Robert Monroe und IGSD >> *Research Highlight: Loss of Arctic's Reflective Sea Ice Will Advance Global Warming by 25 Years* <<, UC San Diego, 22. Juli 2019, <https://scripps.ucsd.edu/news/research-highlight-loss-arctics-reflective-sea-ice-will-advance-global-warming-25-years>
30. Sara E. Mikaloff Fletcher und Hinrich Schaefer >> *Rising methane: A new climate challenge* <<, Science 364, Nr. 6444, Juni 2019, 932-933, <https://science.sciencemag.org/content/364/6444/932.full>
31. Hannah Osborne >> *Sea 'Boiling' with Methane discovered in Siberia: 'No one has ever recorded anything like this before'* <<, Newsweek, 8. Oktober 2019, <https://www.newsweek.com/methane-boiling-sea-discovered-siberia-1463766>
32. UN News >> *'Direct existential threat' of climate change nears point of no return, warns UN chief* <<, UN News, 10. September 2018, <https://news.un.org/en/story/2018/09/1018852>
33. Fiona Harvey >> *Why the next three months are crucial for the future of the planet* <<, The Guardian, 5. Oktober 2018, <https://amp.theguardian.com/environment/2018/oct/05/why-the-next-four-months-are-crucial-for-future-of-planet-climate-change>
34. The Telegraph >> *Prince Charles says global climate change plan needed in 18 months 'for our survival'* <<, The Telegraph, 12. Juli 2019, <https://beta.canada.com/news/world/prince-charles-says-global-climate-change-plan-needed-in-18-months-for-our-survival/wcm/8325a145-e5b6-4c4b-81c4-0a28b13fc176/amp/>
35. Guy McPherson >> *Edge of Extinction: Rate Matters* <<, Guy McPherson, 7. August 2018, <https://guymcpherson.com/2018/08/edge-of-extinction-rate-matters/>
36. Daniel Rosenfeld, Yannian Zhu, Minghuai Wang, Youtong Zheng, Tom Goren und Shao-cai Yu >> *Aerosol-driven droplet concentrations dominate coverage and water of oceanic low-level clouds* <<, Science 363, Nr. 6427, Februar 2019, <http://sciencemag.org/content/early/2019/01/16/science.aav0566>
37. The Hebrew University of Jerusalem >> *We need to rethink everything we know about global warming* <<, Science Daily, 22. Januar 2019, <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/01/190122104611.htm>
38. Lauren Fagan >> *Cooling from atmospheric particles may mask greater warming* <<, Sustainability Times, 25. Januar 2019, <https://www.sustainability-times.com/environmental-protection/research-cooling-from-atmospheric-particles-may-mask-greater-warming/>

39. Hiram Levy II, Larry W. Horowitz, M. Daniel Schwarzkopf, Yi Ming, Jean-Christophe Golaz, Vaishali Naik und V. Ramaswamy >> *The roles of aerosol direct and indirect effects in past and future climate change* <<, Journal of Geophysical Research: Atmospheres 118, Nr. 10, Mai 2013, 4521-4532, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jgrd.50192>
40. T. Chakraborty und X. Lee >> *Land Cover Regulates the Spatial Variability of Temperature Response to the Direct Radiative Effect of Aerosols* <<, Geophysical Research Letters 46, Nr. 15, August 2019, 8995-9003, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2019GL083812>
41. Otto P. Hasekamp, Edward Gryspeerdt und Johannes Quaas >> *Analysis of polarimetric satellite measurements suggests stronger cooling due to aerosol-cloud interactions* <<, Nature Communications 10, November 2019, <https://www.nature.com/articles/s41467-019-13372-2>
42. Alcide Zhao, Massimo A. Bollasina und David S. Stevenson >> *Strong Influence of Aerosol Reductions on Future Heatwaves* <<, Geophysical Research Letters 46, Nr. 9, Mai 2019, 4913-4923, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019GL082269>
43. Dagmar Budikova, Trent W. Ford und Thomas J. Ballinger >> *United States Heat Wave Frequency and Arctic Ocean Marginal Sea Ice Variability* <<, Journal of Geophysical Research: Atmospheres 124, Nr. 12, Juni 2019, 6247-6264, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2018JD029365>
44. Guy McPherson >> *Edge of Extinction: McPherson Paradox* <<, Guy McPherson, 8. Dezember 2018, <https://guymcpherson.com/2018/12/edge-of-extinction-mcpherson-paradox/>
45. SBS News >> *Climate change may cause mass extinctions, new report shows* <<, SBS News, 14. November 2018, <https://www.sbs.com.au/news/climate-change-may-cause-mass-extinctions-new-report-shows>
46. Giovanni Strona und Corey J. A. Bradshaw >> *Co-extinctions annihilate planetary life during extreme environmental change* <<, Scientific Reports 8, November 2018, <https://www.nature.com/articles/s41598-018-35068-1>
47. Guy McPherson >> *Edge of Extinction: Rate Matters* <<, Guy McPherson, 7. August 2018, <https://guymcpherson.com/2018/08/edge-of-extinction-rate-matters/>
48. Ricardo Cavicchioli, William J. Ripple, Kenneth N. Timmis, Farooq Azam, Lars R. Bakken, Matthew Baylis, Michael J. Behrenfeld, Antje Boetius, Philip W. Boyd, Aimée T. Classen, Thomas W. Crowther, Roberto Danovaro, Christine M. Foreman, Jef Huisman, David A. Hutchins, Janet K. Jansson, David M. Karl, Britt Koskella, David B. Mark Welch, Jennifer B. H. Martiny, Mary Ann Moran, Victoria J. Orphan, David S. Reay, Justin V. Remais, Virginia I. Rich, Brajesh K. Singh, Lisa Y. Stein, Frank J. Stewart, Matthew B. Sullivan, Madeleine J. H. van Oppen, Scott C. Weaver, Eric A. Webb und Nicole S. Webster >> *Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change* <<, Nature Reviews Microbiology 17, Juni 2019, 569-586, <https://www.nature.com/articles/s41579-019-0222-5>
49. University of New South Wales >> *Leaving microbes out of climate change conversation has major consequences, experts warn* <<, Phys.Org, 18. Juni 2019, <https://phys.org/news/2019-06-microbes-climate-conversation-major-consequences.html>
50. Juan C. Rocha, Garry Peterson, Örjan Bodin und Simon Levin >> *Cascading regime shifts within and across scales* <<, Science 362, Nr. 6421, Dezember 2018, 1379-1383, <http://sciencemag.org/content/362/6421/1379>

51. Lijing Cheng, John Abraham, Zeke Hausfather und Kevin E. Trenberth >> *How fast are the oceans warming?* <<, Science 363, Nr. 6423, Januar 2019, 128-129, <http://sciencemag.org/content/363/6423/128.summary>
52. Eric Rignot, Jérémie Mouginot, Bernd Scheuchl, Michiel van den Broeke, Melchior J. van Wessem und Mathieu Morlighem >> *Four decades of Antarctic Ice Sheet mass balance from 1979–2017* <<, Proceedings of the National Academy of Sciences 116, Nr. 4, Januar 2019, 1095-1103, <https://www.pnas.org/content/early/2019/01/08/1812883116>
53. Andrew Shepherd, Lin Gilbert, Alan S. Muir, Hannes Konrad, Malcolm McMillan, Thomas Slater, Kate H. Briggs, Aud V. Sundal, Anna E. Hogg und Marcus E. Engdahl >> *Trends in Antarctic Ice Sheet Elevation and Mass* <<, Geophysical Research Letters 46, Nr. 14, Juli 2018, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2019GL082182>
54. Claire L. Parkinson >> *A 40-y record reveals gradual Antarctic sea ice increases followed by decreases at rates far exceeding the rates seen in the Arctic* <<, Proceedings of the National Academy of Sciences 116, Nr. 29, Juli 2019, 14414-14423, <https://www.pnas.org/content/early/2019/06/25/1906556116>
55. Kashmira Gander >> *Record hit for most ice to melt in Antarctica in one day suggests: "We are in a Climate Emergency"* <<, Newsweek, 27. Dezember 2019, <https://www-newsweek-com.cdn.ampproject.org/c/s/www.newsweek.com/record-hit-ice-melt-antarctica-day-climate-emergency-1479326>
56. Graham Readfearn >> *Antarctica logs hottest temperature on record with a reading of 18.3C* <<, The Guardian, 7. Februar 2020, <https://www.theguardian.com/world/2020/feb/07/antarctica-logs-hottest-temperature-on-record-with-a-reading-of-183c>
57. K. D. Burke, J. W. Williams, M. A. Chandler, A. M. Haywood, D. J. Lunt und B. L. Otto-Bliesner >> *Pliocene and Eocene provide best analogs for near-future climates* <<, Proceedings of the National Academy of Sciences 115, Nr. 52, Dezember 2018, 13288-13293, <https://www.pnas.org/content/115/52/13288.short>
58. Zeke Hausfather >> *The high-emissions 'RCP8.5' global warming scenario* <<, Carbon Brief, 27. August 2019, <https://www.carbonbrief.org/explainer-the-high-emissions-rcp8-5-global-warming-scenario>
59. Zachary Boehm >> *In ancient oceans that resembled our own, oxygen loss triggered mass extinction* <<, Phys.Org, 28. März 2019, <https://phys.org/news/2019-03-ancient-oceans-resembled-oxygen-loss.html>
60. Seth A.Young, Andrew Kleinberg und Jeremy D.Owens >> *Geochemical evidence for expansion of marine euxinia during an early Silurian (Llandovery–Wenlock boundary) mass extinction* <<, Earth and Planetary Science Letters 513, Mai 2019, 187-196, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X19301207>
61. Katherina Petrou, Kirralee G. Baker, Daniel A. Nielsen, Alyce M. Hancock, Kai G. Schulz und Andrew T. Davidson >> *Acidification diminishes diatom silica production in the Southern Ocean* <<, Nature Climate Change 9, August 2019, 781-786, <https://www.nature.com/articles/s41558-019-0557-y>
62. Irina D. Streletskaya, Alexander A. Vasiliev, Gleb E. Oblogov und Dmitry A. Streletskiy >> *Methane Content in Ground Ice and Sediments of the Kara Sea Coast* <<, Geosciences 8, Nr. 12, November 2018, <https://www.mdpi.com/2076-3263/8/12/434/htm>

63. César Plaza, Elaine Pegoraro, Rosvel Bracho, Gerardo Celis, Kathryn G. Crummer, Jack A. Hutchings, Caitlin E. Hicks Pries, Marguerite Mauritz, Susan M. Natali, Verity G. Salmon, Christina Schädel, Elizabeth E. Webb und Edward A. G. Schuur >> *Direct observation of permafrost degradation and rapid soil carbon loss in tundra* <<, Nature Geoscience 12, Juli 2019, 627-631, <https://www.nature.com/articles/s41561-019-0387-6>
64. N. Shakhova, I. Semiletov, A. Salyuk und D. Kosmach >> *Anomalies of methane in the atmosphere over the East Siberian shelf: Is there any sign of methane leakage from shallow shelf hydrates?* <<, Geophysical Research Abstracts 10, 2008, <https://www.cosis.net/abstracts/EGU2008/01526/EGU2008-A-01526.pdf>
65. B. Teufel und L. Sushama >> *Abrupt changes across the Arctic permafrost region endanger northern development* <<, Nature Climate Change 9, Oktober 2019, 858-862, <https://www.nature.com/articles/s41558-019-0614-6>
66. Mark D. Zelinka, Timothy A. Myers, Daniel T. McCoy, Stephen Po-Chedley, Peter M. Caldwell, Paulo Ceppi, Stephen A. Klein und Karl E. Taylor >> *Causes of Higher Climate Sensitivity in CMIP6 Models* <<, Geophysical Research Letters 47, Nr. 1, Januar 2019, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019GL085782>
67. Rebecca Lindsey >> *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide* <<, NOAA Climate.gov, 19. September 2019, <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>
68. Earth System Research Laboratory >> *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide* <<, National Oceanic and Atmospheric Administration, 13. Februar 2020, <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/monthly.html>
69. James Hansen, Makiko Sato, Pushker Kharecha, David Beerling, Robert Berner, Valerie Masson-Delmotte, Mark Pagani, Maureen Raymo, Dana L. Royer und James C. Zachos >> *Target Atmospheric CO: Where Should Humanity Aim?* <<, The Open Atmospheric Science Journal 2, Oktober 2008, 217-231, <https://openatmosphericsciencejournal.com/VOLUME/2/PAGE/217/>
70. Wolfgang Werninghausen >> *Near Term Human Extinction in 5 Acts* <<, Faster Than Expected, 8. November 2018, <https://www.fasterthanexpected.one/near-term-human-extinction/>