

# Weltweite Warnung der Wissenschaftler vor einem Klimanotstand

WILLIAM J. RIPPLE, CHRISTOPHER WOLF, THOMAS M. NEWSOME, PHOEBE BARNARD, WILLIAM R. MOOMAW UND 11.258 UNTERZEICHNENDE WISSENSCHAFTLER AUS 153 LÄNDERN (LISTE IN ERGÄNZUNGSDATEI S1)

## **S** **Wissenschaftler haben die moralische Verpflichtung,**

die Menschheit vor jeder katastrophalen Bedrohung zu warnen und "die Wahrheit zu sagen wie es ist". Auf der Grundlage dieser Verpflichtung und der im Folgenden dargestellten grafischen Indikatoren erklären wir gemeinsam mit mehr als 11.000 Wissenschaftlern aus der ganzen Welt klar und deutlich, dass sich der Planet Erde in einer Klimakrise befindet.

Vor genau 40 Jahren haben sich Wissenschaftler aus 50 Nationen auf der ersten Weltklimakonferenz (1979 in Genf) getroffen und kamen überein, dass die alarmierenden Trends des Klimawandels ein Handeln dringend erforderlich machen. Seitdem wurden auf dem Rio-Gipfel 1992, dem Kyoto-Protokoll 1997 und dem Pariser Abkommen 2015 ähnliche Warnungen ausgesprochen, ebenso wie auf zahlreichen anderen globalen Versammlungen und durch ausdrückliche Warnungen von Wissenschaftlern vor unzureichenden Fortschritten (Ripple et al. 2017). Dennoch steigen die Treibhausgasemissionen (THG) weiterhin rasant an, mit zunehmend schädlichen Auswirkungen auf das Erdklima. Um unsägliches Leid durch die Klimakrise zu vermeiden, müssen die Bemühungen um den Erhalt unserer Biosphäre immens gesteigert werden (IPCC 2018).

Die meisten öffentlichen Diskussionen über den Klimawandel stützen sich nur auf die globale Oberflächentemperatur, ein unzureichender Maßstab, um die Bandbreite menschlicher Aktivitäten und die tatsächlichen Gefahren zu erfassen, die von einem sich erwärmenden Planeten ausgehen (Briggs et al. 2015). Politische Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit brauchen jetzt dringend Zugang zu einer Reihe von Indikatoren, die die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Treibhausgasemissionen und die

daraus resultierenden Folgen für das Klima, unsere Umwelt und die Gesellschaft aufzeigen. Aufbauend auf früheren Arbeiten (siehe Anhang S2) stellen wir eine Reihe von grafischen Charakteristika des Klimawandels der letzten 40 Jahre für menschliche Aktivitäten vor, die die Treibhausgas-Emissionen und das Klima beeinflussen können (Abbildung 1). Ebenso stellen wir die tatsächliche Klimaauswirkungen dar (Abbildung 2). Wir verwenden nur relevante Datensätze, die klar und verständlich sind, mindestens in den letzten fünf Jahren systematisch erhoben und mindestens jährlich aktualisiert wurden.

Die Klimakrise steht in engem Zusammenhang mit dem exzessiven Konsum des Wohlstandslebens. Die wohlhabendsten Länder sind hauptsächlich für die historischen Treibhausgasemissionen verantwortlich und haben im Allgemeinen die größten Pro-Kopf-Emissionen (Tabelle S1). In diesem Artikel zeigen wir allgemeine Muster auf, meist auf globaler Ebene, da viele Klimabemühungen einzelne Regionen und Länder betreffen. Unsere Indikatoren sollen der Öffentlichkeit, politischen Entscheidungsträgern, der Geschäftswelt und denjenigen, die an der Umsetzung des Pariser Klimaabkommens, der Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen und der Aichi-Biodiversitätsziele arbeiten, nützlich sein.

Zu den äußerst beunruhigenden Anzeichen menschlicher Aktivitäten gehören der anhaltende Anstieg der menschlichen und tierischen Populationen, der Pro-Kopf-Fleischproduktion, des weltweiten Bruttoinlandsprodukts, des weltweiten Verlusts an Baumbestand, des Verbrauchs fossiler Brennstoffe, der Zahl der beförderten Flugpassagiere, der Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen und der Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen

seit dem Jahr 2000 (Abbildung 1, Supplemental File S2). Zu den ermutigenden Anzeichen gehören der Rückgang der globalen Geburtenrate (Abbildung 1b), der Rückgang des Waldverlustes im brasilianischen Amazonasgebiet (Abbildung 1g), der neuerdings wieder angestiegen ist. Der Anstieg des Verbrauchs von Solar- und Windenergie (Abbildung 1h) hat sich pro 10-Jahres-Zeitraum um 373% gesteigert, aber 2018 war er noch 28-mal kleiner als der Verbrauch an fossilen Energiequellen (kombiniert Gas, Kohle, Öl; Abbildung 1h). Im Jahr 2018 wurden ungefähr 14% der globalen THG-Emissionen von der CO<sub>2</sub>-Bepreisung erfasst (Abbildung 1m), aber der globale gewichtete Durchschnittspreis pro Tonne CO<sub>2</sub> lag bei nur US\$ 15.25 (Abbildung 1n). Ein viel höherer Preis wäre für THG-Emissionen nötig ((IPCC 2018, section 2.5.2.1).

Besonders beunruhigend sind die gleichzeitigen Trends bei den wesentlichen Anzeichen für klimatische Auswirkungen (Abbildung 2, Supplemental File S2). Die drei häufigsten atmosphärischen Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, Methan und Distickstoffmonoxid) nehmen weiter zu (siehe Abbildung S1 für den ominösen CO<sub>2</sub>-Anstieg im Jahr 2019), ebenso wie die globale Oberflächentemperatur (Abbildung 2a-2d). Das Eis schwindet weltweit rapide, wie die rückläufige Entwicklung des arktischen Meereis-Minimums, der grönländischen und antarktischen Eisschilde und der weltweiten Gletscherdicke zeigt (Abb. 2e-2h). Der Wärmeinhalt der Ozeane, der Säuregehalt der Ozeane, der Meeresspiegel, die verbrannte Fläche in den Vereinigten Staaten und die extremen Wetterereignisse und die damit verbundenen Schadenskosten haben alle eine steigende Tendenz (Abbildung 2i-2n). Prognosen zufolge wird der Klimawandel das Leben im Meer, im Süßwasser und auf dem Land

stark beeinträchtigen, von Plankton und Korallen bis hin zu Fischen und Wäldern (IPCC 2018, 2019). Diese Probleme machen deutlich, dass dringend gehandelt werden muss.

Trotz 40 Jahren globaler Klimaverhandlungen haben wir, von wenigen Ausnahmen abgesehen, im Allgemeinen "business as usual" betrieben und es weitgehend versäumt, dieses Dilemma anzugehen (Abbildung 1). Die Klimakrise ist da und beschleunigt sich schneller als die meisten Wissenschaftler erwartet haben (Abbildung 2, IPCC 2018). Sie ist gravierender als erwartet und bedroht die natürlichen Ökosysteme und das Schicksal der Menschheit (IPCC 2019). Besonders besorgniserregend sind potenzielle irreversible Klimakippunkte und die verstärkenden Rückkopplungen der Natur (atmosphärisch, marin und terrestrisch), die zu einer katastrophalen "Treibhaus-Erde" führen könnten, die sich der Kontrolle des Menschen entzieht (Steffen et al. 2018). Diese Klimakettenreaktionen könnten zu erheblichen Störungen der Ökosysteme, der Gesellschaft und der Wirtschaft führen und möglicherweise große Gebiete der Erde unbewohnbar machen.

Um eine nachhaltige Zukunft zu sichern, müssen wir unsere Lebensweise so ändern, dass sich die in unseren Grafiken zusammengefassten Lebenszeichen verbessern. Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum gehören zu den wichtigsten Triebkräften für den Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe (Pachauri et al. 2014, Bongaarts und O'Neill 2018); daher brauchen wir mutige und drastische Veränderungen in der Wirtschafts- und Bevölkerungspolitik.

Wir schlagen sechs kritische und miteinander verknüpfte Schritte vor (in keiner bestimmten Reihenfolge), die Regierungen, Unternehmen und der Rest der Menschheit unternehmen können, um die schlimmsten Auswirkungen des Klimawandels zu mildern. Dies sind wichtige Schritte, aber nicht die einzigen notwendigen oder möglichen Maßnahmen

(Pachauri et al. 2014, IPCC 2018, 2019).

### Energie

Die Welt muss schnellstens Die Welt muss schnell massive Energieeffizienz- und Energiesparpraktiken einführen und fossile Brennstoffe durch kohlenstoffarme erneuerbare Energien (Abbildung 1h) und andere sauberere Energiequellen ersetzen, wenn diese für Mensch und Umwelt sicher sind (Abbildung S2). Wir sollten die verbleibenden Vorräte an fossilen Brennstoffen im Boden belassen (siehe die Zeitpläne in IPCC 2018) und sorgfältig auf effektive negative Emissionen hinarbeiten, indem wir Technologien wie die Kohlenstoffextraktion an der Quelle und die Abscheidung aus der Luft nutzen und insbesondere natürliche Systeme verbessern (siehe Abschnitt "Natur"). Wohlhabendere Länder müssen ärmere Länder bei der Abkehr von fossilen Brennstoffen unterstützen. Wir müssen die Subventionen für fossile Brennstoffe rasch abschaffen (Abbildung 1o) und wirksame und faire Maßnahmen für stetig steigende Kohlenstoffpreise ergreifen, um ihre Nutzung einzuschränken.

### Kurzlebige Schadstoffe

Wir müssen die Ökosysteme der Erde schützen und wiederherstellen. Ökosysteme der Erde schützen. Phytoplankton, Korallenriffe, Wälder, Savannen, Grasland, Feuchtgebiete, Torfgebiete, Böden, Mangroven und Seegräser und Seegräser tragen wesentlich zur Bindung von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre bei. Meeres- und Meeres- und Landpflanzen, Tiere und Mikroorganismen spielen eine wichtige Rolle im Kohlenstoff- und Nährstoffkreislauf und bei der Speicherung.

### Natur

Wir müssen den Verlust von Lebensraum und den Verlust der biologischen Vielfalt eindämmen (Abbildung 1f-1g), Schutz der verbleibenden Primärwälder und intakten Wälder, insbesondere solche mit hohen Kohlenstoffspeichern und

anderen Wäldern mit der Fähigkeit zur schnellen Bindung von Kohlenstoff zu binden (Proforestation), während die Wiederaufforstung und Aufforstung wo dies in großem Umfang angebracht ist.

Auch wenn das verfügbare Land an einigen Stellen begrenzt sein mag, kann bis zu einem Drittel der Emissions-senkungen, die bis 2030 zur Erreichung des Pariser Abkommens (weniger als 2°C) erforderlich sind, mit diesen natürlichen Klimamaßnahmen erreicht werden (Griscom et al. 2017).

### Lebensmittel

Der Verzehr überwiegend pflanzlicher Lebensmittel und eine Reduzierung des weltweiten Verbrauchs von Tierprodukten (Abbildung 1c-d), insbesondere von Wiederkäuern (Ripple et al. 2014), kann die menschliche Gesundheit verbessern und die THG-Emissionen (einschließlich Methan im Abschnitt "Kurzlebige Schadstoffe") deutlich senken. Außerdem werden dadurch Anbauflächen für den Anbau dringend benötigter pflanzlicher Nahrungsmittel anstelle von Viehfutter frei, während gleichzeitig ein Teil der Weideflächen zur Unterstützung natürlicher Klimalösungen frei wird (siehe Abschnitt "Natur"). Anbau-praktiken wie die minimale Bodenbearbeitung, die den Kohlenstoffgehalt des Bodens erhöhen, sind von entscheidender Bedeutung. Wir müssen die enorme Menge an Lebensmittelabfällen auf der Welt drastisch reduzieren.

### Wirtschaft

Die übermäßige Gewinnung von Rohstoffen und der Raubbau an Ökosystemen, die durch das Wirtschaftswachstum angetrieben werden, müssen schnellstmöglich eingeschränkt werden, um die langfristige Erhaltung der Biosphäre zu gewährleisten. Wir brauchen eine kohlenstofffreie Wirtschaft, die explizit auf die Abhängigkeit des Menschen von der Biosphäre eingeht, und eine Politik, die wirtschaftliche Entscheidungen entsprechend ausrichtet. Unsere Ziele müssen sich vom BIP-Wachstum und dem Streben nach Wohlstand auf die Erhaltung der

Ökosysteme und die Verbesserung des menschlichen Wohlergehens verlagern, indem wir den Grundbedürfnissen Vorrang einräumen und Ungleichheit verringern.

### Bevölkerung

Die Weltbevölkerung wächst weiterhin um etwa 80 Millionen Menschen pro Jahr oder mehr als 200.000 pro Tag (Abbildung 1a-b). Die Weltbevölkerung muss stabilisiert - und idealerweise schrittweise reduziert - werden, und zwar in einem Rahmen, der die soziale Integrität gewährleistet. Es gibt bewährte und wirksame Maßnahmen, die die Menschenrechte stärken und gleichzeitig die Fruchtbarkeitsraten senken und die Auswirkungen des Bevölkerungswachstums auf die Treibhausgasemissionen und den Verlust der biologischen Vielfalt verringern. Diese Maßnahmen machen Familienplanungsdienste für alle Menschen verfügbar, beseitigen Zugangsbarrieren und sorgen für eine vollständige Gleichstellung der Geschlechter, einschließlich Grund- und Sekundarschulbildung als globale Norm für alle, insbesondere Mädchen und junge Frauen (Bongaarts und O'Neill 2018).

### Schlussfolgerungen

Die Abschwächung des Klimawandels und die Anpassung an den Klimawandel bei gleichzeitiger Wahrung der menschlichen Vielfalt erfordern einen grundlegenden Wandel in der Art und Weise, wie unsere globale Gesellschaft funktioniert und mit den natürlichen Ökosystemen interagiert. Wir sind ermutigt durch die jüngste Welle der Besorgnis. Regierungsstellen rufen den Klimanotstand aus. Schulkinder streiken. Klagen wegen Ökozid werden vor den Gerichten

verhandelt. Bürgerbewegungen an der Basis fordern Veränderungen, und viele Länder, Staaten und Provinzen, Städte und Unternehmen reagieren darauf.

Als Alliance of World Scientists sind wir bereit, Entscheidungsträgern bei einem gerechten Übergang zu einer nachhaltigen und gerechten Zukunft zu helfen. Wir drängen auf eine breite Nutzung von Vital Signs, die es politischen Entscheidungsträgern, dem privaten Sektor und der Öffentlichkeit besser ermöglichen, das Ausmaß dieser Krise zu verstehen, Fortschritte zu verfolgen und die Prioritäten bei der Eindämmung des Klimawandels neu zu setzen. Die gute Nachricht ist, dass ein solcher Wandel mit sozialer und wirtschaftlicher Gerechtigkeit für alle weitaus mehr menschliches Wohlergehen verspricht als "business as usual". Wir glauben, dass die Aussichten am größten sind, wenn die Entscheidungsträger und die gesamte Menschheit unverzüglich auf diese Warnung und die Ausrufung des Klimanotstands reagieren und handeln, um das Leben auf dem Planeten Erde, unserer einzigen Heimat, zu erhalten.

### Mitwirkende Gutachter

Franz Baumann, Ferdinando Boero, Doug Boucher, Stephen Briggs, Peter Carter, Rick Cavicchioli, Milton Cole, Eileen Crist, Dominick A. DellaSala, Paul Ehrlich, Iñaki Garcia-De-Cortazar, Daniel Gilfillan, Alison Green, Tom Green, Jillian Gregg, Paul Grogan, John Guillebaud, John Harte, Nick Houtman, Charles Kennel, Christopher Martius, Frederico Mestre, Jennie Miller, David Pengelley, Chris Rapley, Klaus Rohde, Phil Sollins, Sabrina Speich, David Victor, Henrik Wahren, und Roger Worthington.

### Finanzierung

Der Worthy Garden Club eingerichtet eine Teilfinanzierung für dieses Projekt.

### Projekt-Website

Zur Ansicht der Allianz der Welt Wissenschaftler-Website zu besuchen oder diesen Artikel zu unterzeichnen, gehen Sie auf <https://scientistwarning.forestry.oregonstate.edu>.

### Ergänzendes Material

Ergänzende Daten sind auf *BIOSCI* online verfügbar.

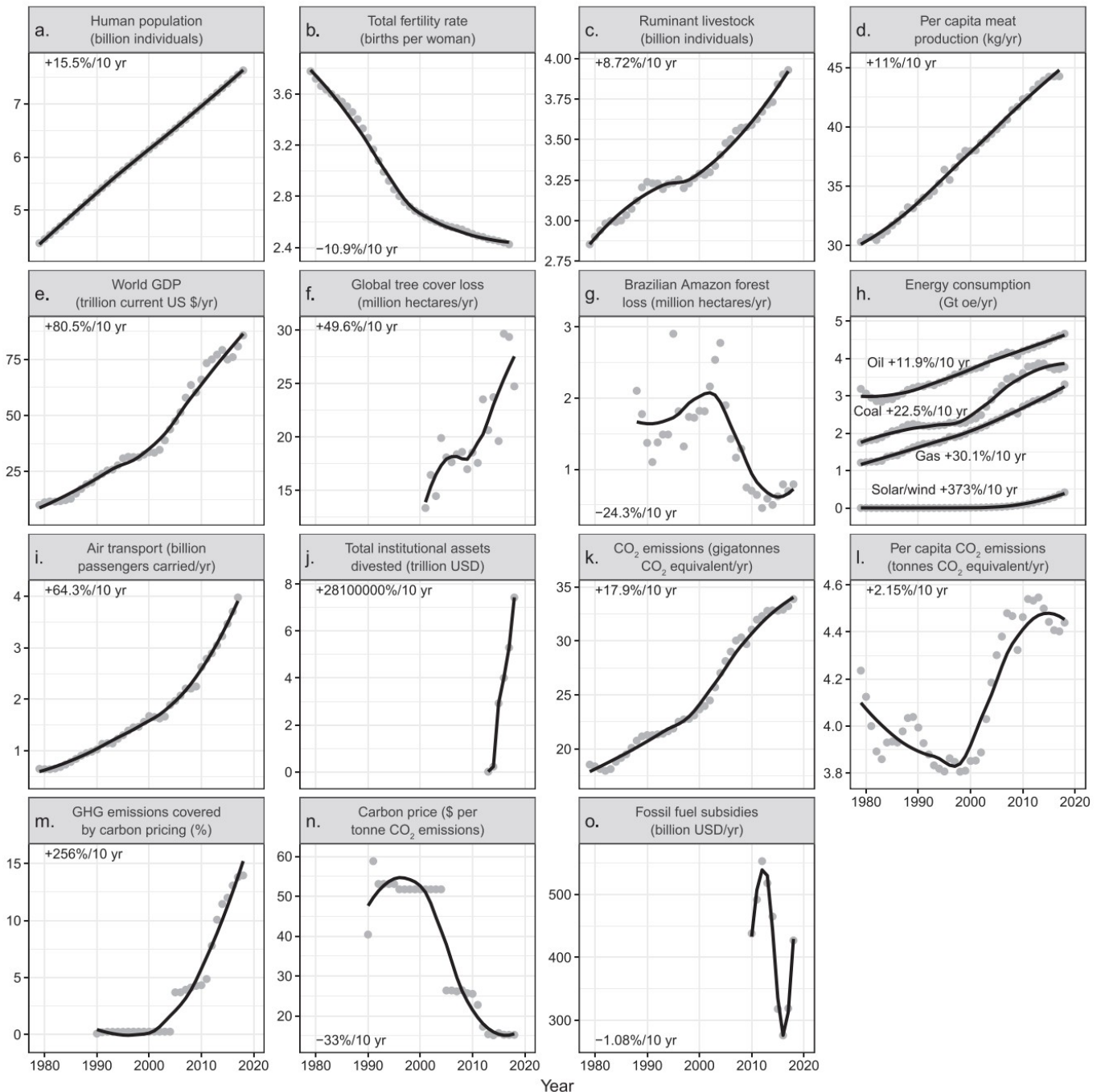
Eine Liste der Unterzeichner

finden Sie in der Ergänzungsdatei S1

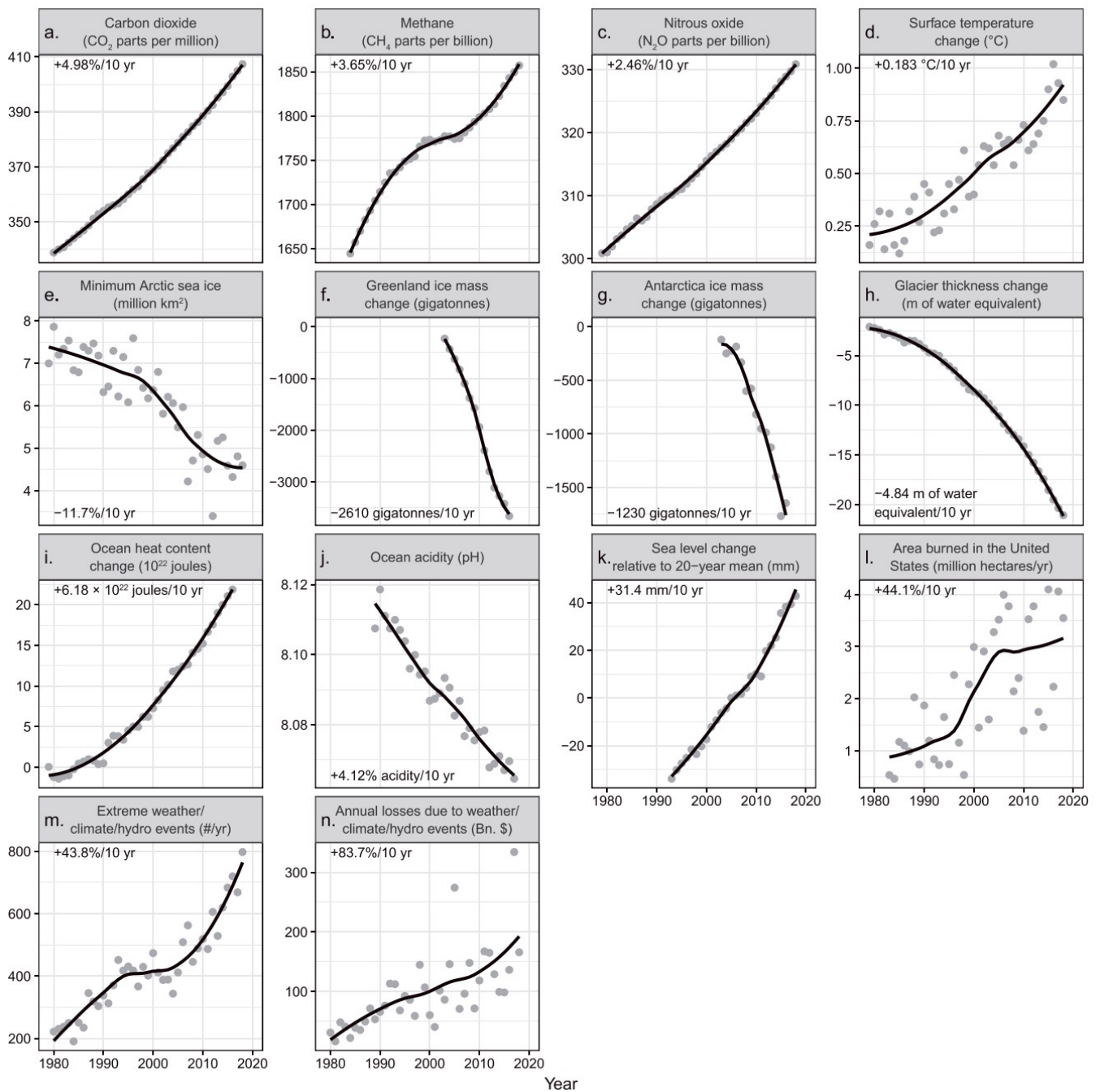
### Zitierte Referenzen

- Briggs S, Kennel CF, Victor DG. 2015. Planetarische Lebenszeichen. *Nature Climate Change* 5: 969.
- Bongaarts J, O'Neill BC. 2018. Global warming policy: Is population left out in the cold? *Science* 361: 650-652.
- Griscom BW, et al. 2017. Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114: 11645-11650.
- [IPCC] Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen. 2018. Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report. IPCC.
- [IPCC] Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen. 2019. Klimawandel und Land. IPCC.
- Pachauri RK, et al. 2014. Climate Change 2014: Synthesebericht. Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen.
- Ripple WJ, Smith P, Haberl H, Montzka SA, McAlpine C, Boucher DH. 2014. Wiederkäuer, Klimawandel und Klimapolitik. *Nature Climate Change* 4: 2-5.
- Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, Galetti M, Alamgir M, Crist E, Mahmoud MI, Laurance WF. 2017. World scientists' warning to humanity: A second notice. *BioScience* 67: 1026-1028.
- Shindell D, Borgford-Parnell N, Brauer M, Haines A, Kuylenstierna J, Leonard S, Ramanathan V, Ravishankara A, Amann M, Srivastava L. 2017. Ein klimapolitischer Pfad für kurz- und langfristige Vorteile. *Science* 356: 493-494.
- Steffen W, et al. 2018. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115: 8252-8259.

*William J. Ripple  
(bill.ripple@oregonstate.edu) und Christopher  
Wolf (christopher.wolf@oregonstate.edu)  
sind Mitarbeiter der Abteilung für  
Waldökosysteme und Gesellschaft an der  
Oregon State University in Corvallis und  
haben zu gleichen Teilen zu dieser Arbeit  
beigetragen. Thomas M. Newsome ist  
Mitarbeiter der School of Life and  
Environmental Sciences an der University of  
Sydney in Sydney, New South Wales,  
Australien. Phoebe Barnard ist  
Mitarbeiterin des Conservation Biology  
Institute in Corvallis, Oregon, und des  
African Climate and  
Development Initiative, an der Universität  
von Kapstadt, in Kapstadt, Südafrika.  
William R. Moomaw ist an der Fletcher  
School und dem Global Development and  
Environment Institute der Tufts University in  
Medford tätig,  
Massachusetts.*



**Abbildung 1.** Veränderung der globalen menschlichen Aktivitäten von 1979 bis heute. Diese Indikatoren sind zumindest teilweise mit dem Klimawandel verknüpft. In Feld (f) kann der jährliche Verlust an Baumbestand aus jedem beliebigen Grund erfolgen (z. B. Waldbrand, Ernte in Baumplantagen oder Umwandlung von Wäldern in landwirtschaftliche Flächen). Der Waldzuwachs wird bei der Berechnung des Verlusts an Baumbestand nicht berücksichtigt. In Feld (h) sind Wasserkraft und Kernenergie in Abbildung S2 dargestellt. Die in den Feldern angegebenen Raten sind die prozentualen Veränderungen pro Jahrzehnt über den gesamten Bereich der Zeitreihen. Die jährlichen Daten werden durch graue Punkte dargestellt. Bei den schwarzen Linien handelt es sich um glatte lokale Regressionstrendlinien. Abkürzungen: Gt oe pro Jahr, Gigatonnen Öläquivalent pro Jahr. Quellen und weitere Einzelheiten zu den einzelnen Variablen sind in Supplemental File S2 zu finden, einschließlich Tabelle S2.



**Abbildung 2. Zeitreihen der Klimareaktion von 1979 bis heute. Die in den Feldern dargestellten Raten sind die dekadischen Veränderungsrate für die gesamten Bereiche der Zeitreihen. Diese Raten sind in Prozent angegeben, mit Ausnahme der Intervallvariablen (d, f, g, h, i, k), bei denen stattdessen additive Änderungen angegeben sind. Für den Säuregrad der Ozeane (pH) basiert die prozentuale Rate auf der Veränderung der Wasserstoffionenaktivität,  $aH^+$  (wobei niedrigere pH-Werte einen höheren Säuregrad darstellen). Die jährlichen Daten werden mit grauen Punkten dargestellt. Bei den schwarzen Linien handelt es sich um glatte lokale Regressionstrendlinien. Quellen und zusätzliche Details zu jeder Variable sind in Supplemental File S2, einschließlich Tabelle S3, zu finden.**

