

# **World Scientists Warning - Original Article**

# World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice

WILLIAM J. RIPPLE, CHRISTOPHER WOLF, THOMAS M. NEWSOME, MAURO GALETTI, MOHAMMED ALAMGIR, EILEEN CRIST, MAHMOUD I. MAHMOUD, WILLIAM F. LAURANCE, and 15,364 scientist signatories from 184 countries

**T**wenty-five years ago, the Union of Concerned Scientists and more than 1700 independent scientists, including the majority of living Nobel laureates in the sciences, penned the 1992 “World Scientists’ Warning to Humanity” (see supplemental file S1). These concerned professionals called on humankind to curtail environmental destruction and cautioned that “a great change in our stewardship of the Earth and the life on it is required, if vast human misery is to be avoided.” In their manifesto, they showed that humans were on a collision course with the natural world. They expressed concern about current, impending, or potential damage on planet Earth involving ozone depletion, freshwater availability, marine life depletion, ocean dead zones, forest loss, biodiversity destruction, climate change, and continued human population growth. They proclaimed that fundamental changes were urgently needed to avoid the consequences our present course would bring.

The authors of the 1992 declaration feared that humanity was pushing Earth’s ecosystems beyond their capacities to support the web of life. They described how we are fast approaching many of the limits of what the biosphere can tolerate without substantial and irreversible harm. The scientists pleaded that we stabilize the human population, describing how our large numbers—swelled by another 2 billion people since 1992, a 35 percent increase—exert stresses on Earth that can overwhelm other efforts to realize a sustainable future (Crist et al. 2017). They implored that we cut greenhouse gas (GHG) emissions and phase out fossil fuels, reduce

deforestation, and reverse the trend of collapsing biodiversity.

On the twenty-fifth anniversary of their call, we look back at their warning and evaluate the human response by exploring available time-series data. Since 1992, with the exception of stabilizing the stratospheric ozone layer, humanity has failed to make sufficient progress in generally solving these foreseen environmental challenges, and alarmingly, most of them are getting far worse (figure 1, file S1). Especially troubling is the current trajectory of potentially catastrophic climate change due to rising GHGs from burning fossil fuels (Hansen et al. 2013), deforestation (Keenan et al. 2015), and agricultural production—particularly from farming ruminants for meat consumption (Ripple et al. 2014). Moreover, we have unleashed a mass extinction event, the sixth in roughly 540 million years, wherein many current life forms could be annihilated or at least committed to extinction by the end of this century.

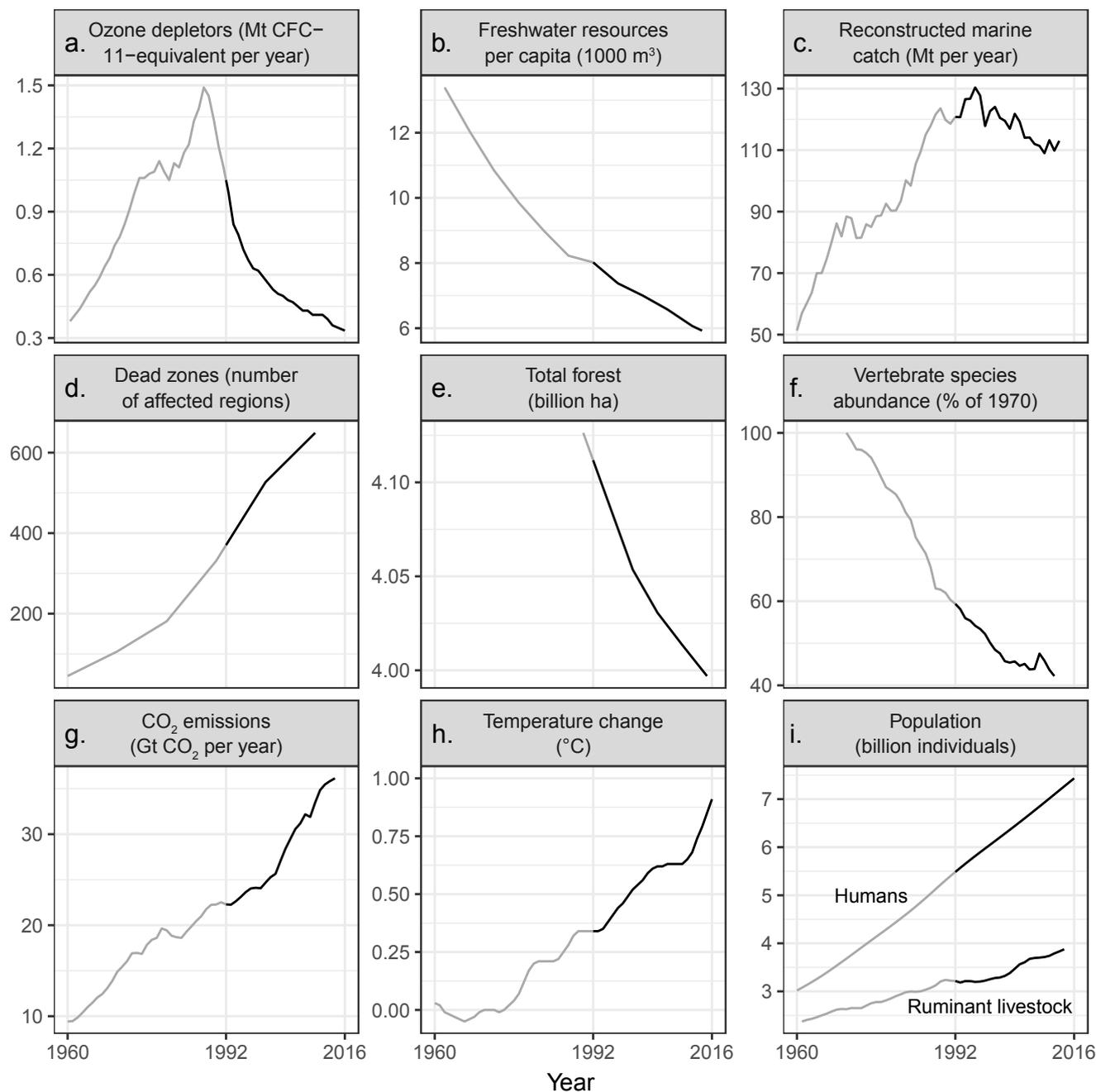
Humanity is now being given a second notice, as illustrated by these alarming trends (figure 1). We are jeopardizing our future by not reining in our intense but geographically and demographically uneven material consumption and by not perceiving continued rapid population growth as a primary driver behind many ecological and even societal threats (Crist et al. 2017). By failing to adequately limit population growth, reassess the role of an economy rooted in growth, reduce greenhouse gases, incentivize renewable energy, protect habitat, restore ecosystems, curb pollution, halt defaunation, and constrain invasive alien species, humanity is not taking

the urgent steps needed to safeguard our imperilled biosphere.

As most political leaders respond to pressure, scientists, media influencers, and lay citizens must insist that their governments take immediate action as a moral imperative to current and future generations of human and other life. With a groundswell of organized grassroots efforts, dogged opposition can be overcome and political leaders compelled to do the right thing. It is also time to re-examine and change our individual behaviors, including limiting our own reproduction (ideally to replacement level at most) and drastically diminishing our *per capita* consumption of fossil fuels, meat, and other resources.

The rapid global decline in ozone-depleting substances shows that we can make positive change when we act decisively. We have also made advancements in reducing extreme poverty and hunger ([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)). Other notable progress (which does not yet show up in the global data sets in figure 1) include the rapid decline in fertility rates in many regions attributable to investments in girls’ and women’s education ([www.un.org/esa/population](http://www.un.org/esa/population)), the promising decline in the rate of deforestation in some regions, and the rapid growth in the renewable-energy sector. We have learned much since 1992, but the advancement of urgently needed changes in environmental policy, human behavior, and global inequities is still far from sufficient.

Sustainability transitions come about in diverse ways, and all require civil-society pressure and evidence-based advocacy, political leadership, and a solid understanding of policy



**Figure 1.** Trends over time for environmental issues identified in the 1992 scientists' warning to humanity. The years before and after the 1992 scientists' warning are shown as gray and black lines, respectively. Panel (a) shows emissions of halogen source gases, which deplete stratospheric ozone, assuming a constant natural emission rate of 0.11 Mt CFC-11-equivalent per year. In panel (c), marine catch has been going down since the mid-1990s, but at the same time, fishing effort has been going up (supplemental file S1). The vertebrate abundance index in panel (f) has been adjusted for taxonomic and geographic bias but incorporates relatively little data from developing countries, where there are the fewest studies; between 1970 and 2012, vertebrates declined by 58 percent, with freshwater, marine, and terrestrial populations declining by 81, 36, and 35 percent, respectively (file S1). Five-year means are shown in panel (h). In panel (i), ruminant livestock consist of domestic cattle, sheep, goats, and buffaloes. Note that y-axes do not start at zero, and it is important to inspect the data range when interpreting each graph. Percentage change, since 1992, for the variables in each panel are as follows: (a) -68.1%; (b) -26.1%; (c) -6.4%; (d) +75.3%; (e) -2.8%; (f) -28.9%; (g) +62.1%; (h) +167.6%; and (i) humans: +35.5%, ruminant livestock: +20.5%. Additional descriptions of the variables and trends, as well as sources for figure 1, are included in file S1.

instruments, markets, and other drivers. Examples of diverse and effective steps humanity can take to transition to sustainability include the following (not in order of importance or urgency): (a) prioritizing the enactment of connected well-funded and well-managed reserves for a significant proportion of the world's terrestrial, marine, freshwater, and aerial habitats; (b) maintaining nature's ecosystem services by halting the conversion of forests, grasslands, and other native habitats; (c) restoring native plant communities at large scales, particularly forest landscapes; (d) rewilding regions with native species, especially apex predators, to restore ecological processes and dynamics; (e) developing and adopting adequate policy instruments to remedy defaunation, the poaching crisis, and the exploitation and trade of threatened species; (f) reducing food waste through education and better infrastructure; (g) promoting dietary shifts towards mostly plant-based foods; (h) further reducing fertility rates by ensuring that women and men have access to education and voluntary family-planning services, especially where such resources are still lacking; (i) increasing outdoor nature education for children, as well as the overall engagement of society in the appreciation of nature; (j) divesting of monetary investments and purchases to encourage positive environmental change; (k) devising and promoting new green technologies and massively adopting renewable energy sources while phasing out subsidies to energy production through fossil fuels; (l) revising our economy to reduce wealth inequality and ensure that prices, taxation, and incentive systems take into account the real costs which consumption patterns impose on our environment; and (m) estimating a scientifically defensible, sustainable human population size for the long term while rallying nations and leaders to support that vital goal.

To prevent widespread misery and catastrophic biodiversity

loss, humanity must practice a more environmentally sustainable alternative to business as usual. This prescription was well articulated by the world's leading scientists 25 years ago, but in most respects, we have not heeded their warning. Soon it will be too late to shift course away from our failing trajectory, and time is running out. We must recognize, in our day-to-day lives and in our governing institutions, that Earth with all its life is our only home.

### Epilogue

We have been overwhelmed with the support for our article and thank the more than 15,000 signatories from all ends of the Earth (see supplemental file S2 for list of signatories). As far as we know, this is the most scientists to ever co-sign and formally support a published journal article. In this paper, we have captured the environmental trends over the last 25 years, showed realistic concern, and suggested a few examples of possible remedies. Now, as an Alliance of World Scientists ([scientists.forestry.oregonstate.edu](mailto:scientists.forestry.oregonstate.edu)) and with the public at large, it is important to continue this work to document challenges, as well as improved situations, and to develop clear, trackable, and practical solutions while communicating trends and needs to world leaders. Working together while respecting the diversity of people and opinions and the need for social justice around the world, we can make great progress for the sake of humanity and the planet on which we depend.

Spanish, Portuguese, and French versions of this article can be found in file S1.

### Acknowledgments

Peter Frumhoff and Doug Boucher of the Union of Concerned Scientists, as well as the following individuals, provided thoughtful discussions, comments, or data for this paper: Stuart Pimm, David Johns, David Pengelley, Guillaume Chapron, Steve Montzka, Robert Diaz, Drik Zeller, Gary Gibson, Leslie Green, Nick Houtman,

Peter Stoel, Karen Josephson, Robin Comforto, Terralyn Vandetta, Luke Painter, Rodolfo Dirzo, Guy Peer, Peter Haswell, and Robert Johnson.

### Supplemental material

Supplementary data are available at BIOSCI online including supplemental file 1 and supplemental file 2 (full list of all 15,364 signatories).

### References cited

- Crist E, Mora C, Engelman R. 2017. The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. *Science* 356: 260–264.
- Hansen J, et al. 2013. Assessing “dangerous climate change”: Required reduction of carbon emissions to protect young people, future generations and nature. *PLOS ONE* 8 (art. e81648).
- Keenan, RJ, Reams GA, Achard F, de Freitas JV, Grainger A, Lindquist E. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* 352: 9–20.
- Ripple WJ, Smith P, Haberl H, Montzka SA, McAlpine C, Boucher DH. 2014. Ruminants, climate change and climate policy. *Nature Climate Change* 4: 2–5. doi:10.1038/nclimate2081

---

William J. Ripple ([bill.ripple@oregonstate.edu](mailto:bill.ripple@oregonstate.edu)), Christopher Wolf, and Thomas M. Newsome are affiliated with the Global Trophic Cascades Program in the Department of Forest Ecosystems and Society at Oregon State University, in Corvallis. TMN is also affiliated with the Centre for Integrative Ecology at Deakin University, in Geelong, Australia, and the School of Life and Environmental Sciences at The University of Sydney, Australia. Mauro Galetti is affiliated with the Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Departamento de Ecologia, in São Paulo, Brazil. Mohammed Alamgir is affiliated with the Institute of Forestry and Environmental Sciences at the University of Chittagong, in Bangladesh. Eileen Crist is affiliated with the Department of Science and Technology in Society at Virginia Tech, in Blacksburg. Mahmoud I. Mahmoud is affiliated with the ICT/Geographic Information Systems Unit of the National Oil Spill Detection and Response Agency (NOSDRA), in Abuja, Nigeria. William F. Laurance is affiliated with the Centre for Tropical Environmental and Sustainability Science and the College of Science and Engineering at James Cook University, in Cairns, Queensland, Australia.

doi:10.1093/biosci/bix125

# Übersetzung

## Warnung der Wissenschaftler der Welt an die Menschheit:

### Ein zweiter Appell

WILLIAM J. RIPPLE, CHRISTOPHER WOLF, THOMAS M. NEWSOME, MAURO GALETTI, MOHAMMED ALAMGIR, EILEEN CRIST, MAHMOUD I. MAHMOUD, WILLIAM F. LAURENCE und 15.364 Wissenschaftler aus 184 Ländern als Unterzeichner

Vor 25 Jahren verfasste die Union of Concerned Scientists (UCS; deutsch etwa „Vereinigung besorgter Wissenschaftler“) und mehr als 1700 unabhängige Wissenschaftler, darunter die Mehrheit der Nobelpreisträger der Naturwissenschaften, die „Warnung der Wissenschaftler der Welt an die Menschheit“ von 1992 (siehe ergänzende Datei S1). Diese besorgten Fachleute riefen die Menschheit dazu auf, die Umweltzerstörung zu beschränken und warnten, dass „wir unseren Umgang mit der Erde und all ihren Lebensformen radikal ändern müssen, wenn nicht großes menschliches Elend entstehen soll.“ In ihrem Manifest wiesen sie darauf hin, dass sich die Menschen und die natürliche Welt auf einem Kollisionskurs befänden. Sie drückten ihre Besorgnis über gegenwärtige, drohende oder potenzielle Schäden auf dem Planeten Erde aus, darunter der Abbau der Ozonschicht, Verfügbarkeit von Trinkwasser, Dezimierung der Meeresflora und -fauna, Todeszonen in den Ozeanen, Waldabholzung, Schwinden der Artenvielfalt, Klimawandel und ungebremses Bevölkerungswachstum. Sie erklärten, dass fundamentale Veränderungen dringend geboten sind, um die Folgen, die unser gegenwärtiger Kurs mit sich bringt, zu vermeiden.

Die Verfasser der Erklärung von 1992 äußerten die Befürchtung, dass die Menschheit die begrenzten Kapazitäten der Ökosysteme der Erde

zur Aufrechterhaltung des Gefüges des Lebens überstrapazieren würde. Sie beschrieben, dass die Grenzen dessen, was die Biosphäre ohne wesentliche und irreversible Schäden verkraften kann, bald erreicht sind. Die Wissenschaftler plädierten eindringlich für eine Stabilisierung des Bevölkerungswachstums und beschrieben, welche Belastung unsere hohe Bevölkerungszahl – seit 1992 um weitere 2 Milliarden Menschen gestiegen, das ist ein Anstieg von 32 Prozent – für die Erde bedeutet und dadurch andere Bemühungen um eine nachhaltige Zukunft zunichtemachen kann (Crist et al. 2017). Sie baten inständig darum, dass wir die Treibhausgasemissionen senken und auf fossile Brennstoffe verzichten, die Abholzung der Wälder bremsen und den sich abzeichnenden Kollaps der Artenvielfalt umkehren sollten.

Am 25. Jahrestag ihres Aufrufs blicken wir zurück auf ihre Warnung und bewerten die Reaktion der Menschen, indem wir auf verfügbare Daten in Zeitreihen-Grafiken zurückgreifen. Seit 1992 hat die Menschheit, außer bei der Stabilisierung der Ozonschicht in der Stratosphäre, viel zu wenige Fortschritte gemacht, diese prognostizierten Umweltprobleme generell zu lösen – alarmierenderweise haben sich die meisten Problemfelder deutlich verschlechtert (Abbildung 1, Datei S1). Besonders beunruhigend ist der gegenwärtige Verlauf des potenziell katastrophalen Klimawandels aufgrund der Zunahme von Treibhausgasen infolge der

Verbrennung von fossilen Brennstoffen (Hansen et al. 2013), der Waldabholzung (Keenan et al. 2015) und der Agrarwirtschaft – insbesondere der Haltung von Wiederkäuern für den Fleischkonsum (Ripple et al. 2014). Darüber hinaus haben wir ein Massenartensterben losgetreten, das sechste in rund 540 Millionen Jahren, wobei viele heutige Lebensformen bis Ende dieses Jahrhunderts vom Erdboden verschwunden oder zumindest zum Aussterben verdammt sein könnten.

An die Menschheit ergeht nun eine zweite Warnung, wie anhand dieser alarmierenden Tendenzen verdeutlicht wird (Abbildung 1). Wir setzen unsere Zukunft aufs Spiel, wenn wir unseren intensiven, aber geografisch und demografisch ungleich verteilten Materialverbrauch nicht einschränken und das anhaltende schnelle Bevölkerungswachstum nicht als eine treibende Kraft hinter vielen ökologischen und sogar sozialen Bedrohungen erkennen (Crist et al. 2017). Solange wir es versäumen, das Bevölkerungswachstum angemessen zu begrenzen, die Bedeutung einer in Wachstum verhafteten Wirtschaft neu zu bewerten, Treibhausgase zu reduzieren, erneuerbare Energien zu fördern, Lebensräume zu schützen, Ökosysteme wiederherzustellen, Umweltverschmutzung einzudämmen, das große Artensterben (Fachleute sprechen von „Defaunation“) zu stoppen und das Einbringen invasiver gebietsfremder Arten zu vermindern, unternimmt die Menschheit nicht die

dringend notwendigen Schritte, um unsere gefährdete Biosphäre zu schützen.

Da die führenden Politiker zumeist erst auf Druck reagieren, müssen Wissenschaftler, Medien-Influencer und Laien hartnäckig darauf bestehen, dass ihre jeweiligen Regierungen sofortige Maßnahmen ergreifen, als moralisches Gebot an heutige und zukünftige Generationen menschlichen und anderen Lebens. Mithilfe einer breiten, von der Basis organisierten öffentlichen Bewegung können hartnäckiger Widerstand überwunden und führende Politiker dazu gezwungen werden, das Richtige zu tun. Es ist außerdem an der Zeit, dass wir unser privates Handeln überdenken und verändern, unter anderem, dass wir die eigene Fortpflanzung begrenzen (idealerweise auf höchstens das Bestandserhaltungsniveau) und unseren Pro-Kopf-Verbrauch von fossilen Brennstoffen, Fleisch und anderen Ressourcen drastisch verringern.

Der rasche weltweite Rückgang an ozonabbauenden Substanzen zeigt, dass wir einen positiven Wandel herbeiführen können, wenn wir entschlossen handeln. Wir haben ebenfalls Fortschritte bei der Bekämpfung von extremer Armut und Hunger gemacht ([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)). Zu weiteren spürbaren Fortschritten (die sich noch nicht in den globalen Datensätzen in Abbildung 1 niedergeschlagen haben) zählen die schnelle Abnahme der Geburtenrate in vielen Regionen, die auf Investitionen in die Bildung von Mädchen und Frauen zurückzuführen ist ([www.un.org/esa/population](http://www.un.org/esa/population)), der vielversprechende Rückgang der Waldabholzung in manchen Regionen und die rasche Zunahme an erneuerbaren Energien. Seit 1992 haben wir viel dazugelernt, aber der Fortschritt dringend benötigter Änderungen der Umweltpolitik, des menschlichen Verhaltens und globaler Ungleichheiten reicht bei weitem nicht aus.

Ein Übergang zu Nachhaltigkeit kommt auf verschiedene Arten zustande, die alle Druck seitens der

Zivilgesellschaft sowie evidenzbasierte Interessenvertretung, politische Führung und ein solides Verständnis politischer Instrumente, von Märkten und anderen Einflussfaktoren erfordern. Zu den Beispielen für verschiedene und wirksame Maßnahmen, die die Menschheit ergreifen kann, um zu Nachhaltigkeit überzugehen, gehören folgende (nicht der Wichtigkeit oder Dringlichkeit nach geordnet): (a) Vorrangige Verabschiedung gesetzlicher Bestimmungen zur Bildung übergreifender, finanziell gut abgesicherter und gut verwalteter Rücklagen für einen maßgeblichen Teil der Lebensräume auf der Erde, im Meer, im Süßwasser und in der Luft; (b) Erhalt der natürlichen Ökosystemleistungen durch einen Stopp der Umwandlung von Wäldern, Graslandschaften und anderen angestammten Lebensräumen; (c) Renaturierung einheimischer Pflanzengemeinschaften in großem Umfang, insbesondere Waldlandschaften; (d) Rückwilderung einheimischer Arten, insbesondere von Spitzenprädatoren, in ihre angestammten Lebensräume, um ökologische Prozesse und die ökologische Dynamik wiederherzustellen; (e) Entwicklung und Verabschiedung angemessener politischer Instrumente, um Abhilfe bei der „Enttierreicherung“ des Planeten, der Wilderei und der Ausbeutung sowie dem Handel mit bedrohten Arten zu schaffen; Reduzierung von Lebensmittelabfällen durch Bildung und bessere Infrastruktur; (g) Förderung einer Ernährung hin zu größtenteils pflanzlichen Lebensmitteln; (h) weitere Senkung der Geburtenrate, indem Frauen und Männern Zugang zu Bildung und Angeboten für die freiwillige Familienplanung ermöglicht wird, besonders dort, wo solche Ressourcen immer noch nicht vorhanden sind; (i) mehr Natur- und Umweltbildung für Kinder sowie allgemeines Engagement der Gesellschaft für die Wertschätzung der Natur; (j) Divestment (Veräußerung) von Geldanlagen und Erwerbungen, um positive Umweltveränderungen zu fördern; (k) Konzeption und Förderung neuer umweltfreundlicher

Technologien und massiver Einsatz erneuerbarer Energiequellen bei gleichzeitigem Abbau von Subventionen für die Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen; (l) Neugestaltung unserer Wirtschaft, um Vermögensungleichheit zu verringern und um sicherzustellen, dass Preise, Steuern und Anreizsysteme die realen Kosten berücksichtigen, die das Konsumverhalten unserer Umwelt aufbürdet; und (m) Schätzung einer wissenschaftlich vertretbaren, auf lange Sicht tragfähigen Bevölkerungszahl und gleichzeitiges Zusammenbringen von Nationen und Führungspersonlichkeiten zur Unterstützung dieses lebenswichtigen Ziels.

Um weit verbreitetes Elend und ein katastrophales Verschwinden der Artenvielfalt zu verhindern, muss die Menschheit eine umweltfreundliche Alternative zu unserem Weiter-wie-bisher-Verhalten umsetzen. Diese Mahnung wurde von den führenden Wissenschaftlern der Welt vor 25 Jahren sorgfältig formuliert, aber in den meisten Punkten haben wir sie nicht ernst genommen. Bald wird es zu spät sein, den zum Scheitern verurteilten Kurs zu ändern, und die Zeit wird knapp. Wir müssen im täglichen Leben und auf der Ebene der regierenden Institutionen begreifen, dass die Erde mit all ihrem Leben unser einziges Zuhause ist.

## Epilog

Wir erfuhren überwältigende Unterstützung für unseren Artikel und danken den über 15.000 Unterzeichnern aus allen Winkeln der Erde (siehe ergänzende Datei zur Liste der Unterzeichner). Soweit uns bekannt ist, sind dies die meisten Wissenschaftler, die jemals einen veröffentlichten Zeitschriftenartikel mitunterzeichnet und formell unterstützt haben. In diesem Paper haben wir die Umwelttrends der letzten 25 Jahre festgehalten, realistische Besorgnis geäußert und einige Beispiele für mögliche Abhilfemaßnahmen vorgeschlagen. Nun liegt es an uns als Alliance of World Scientists (deutsch etwa „Allianz der Wissenschaftler der Welt“

(*scientists.forestry.oregonstate.edu*) und an der breiten Öffentlichkeit, diese Arbeit fortzusetzen, um Problemfelder sowie erreichte Verbesserungen zu dokumentieren und um klare, nachverfolgbare und praktische Lösungen zu entwickeln sowie Staatsoberhäuptern Trends und Notwendigkeiten nahezubringen. Indem wir zusammenarbeiten und gleichzeitig die Vielfalt der Menschen und Meinungen sowie die Notwendigkeit für soziale Gerechtigkeit auf der ganzen Welt respektieren, können wir große Fortschritte zum Wohl der

#### Quellenangaben

Crist E, Mora C, Engelman R. 2017. The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. *Science* 356: 260-264.

Hansen J, et al. 2013. Assessing "dangerous climate change": Required reduction of carbon emissions to protect young people, future generations and nature. *PLOS ONE* 8 (Art. E81648).

Keenan, RJ, Reams GA, Achard F, de Freitas JV, Grainger A, Lindquist E. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* 352: 9-20.

Ripple WJ, Smith P, Haberl H, Montzka SA, McAlpine C, Boucher

Menschheit und der Erde, von der wir abhängig sind, machen.

Spanische, portugiesische und französische Versionen dieses Artikels sind in Datei SI zu finden.

#### Danksagungen

Peter Frumhoff und Doug Boucher von der Union of Concerned Scientists sowie die folgenden Personen lieferten umsichtige Diskussionen, Anmerkungen oder Daten für dieses Paper: Stuart Pimm, David Johns, David Pengelley, Guillaume Chapron, Steve Montzka, Robert Diaz, Drik

DH. 2014 Ruminants, climate change and climate policy. *Nature Climate Change* 4: 2-5. Doi: 10.1038/nclimate2081

---

William J. Ripple (*bill.ripple@oregonstate.edu*), Christopher Wolf und Thomas M. Newsome sind dem Global Trophic Cascades Program im Department of Forest Ecosystems and Society an der Oregon State University in Corvallis angeschlossen. TMN ist ebenfalls dem Centre for Integrative Ecology an der Deakin University in Geelong, Australien, und der School of Life and Environmental Sciences an der University of Sydney, Australien, angeschlossen. Mauro Galetti ist dem Instituto de Biociencias, Universidade Estadual Paulista, Departamento de

Zeller, Gary Gibson, Leslie Green, Nick Houtman, Peter Stoel, Karen Josephson, Robin Comfarto, Terralyn Vandetta, Luke Painter, Rodolfo Dirzo, Guy Peer, Peter Haswell und Robert Johnson.

#### Ergänzendes Material

Ergänzende Daten stehen unter BIOSCI online zur Verfügung, einschließlich der ergänzenden Datei 1 und ergänzenden Datei 2 (Gesamtliste aller 15.364 Unterzeichner).

*Ecologia*, in Sao Paulo, Brasilien, angeschlossen. Mohammed Alamgir ist dem Institute of Forestry and Environmental Sciences an der University of Chittagong in Bangladesh angeschlossen. Eileen Crist ist dem Department of Science and Technology in Society an der Virginia Tech in Blacksburg angeschlossen. Mahmoud I. Mahmoud ist der ICT/Geographic Information Systems Unit der National Oil Spill Detection and Response Agency (NOSDRA) in Abuja, Nigeria, angeschlossen. William F. Lawrence ist dem Centre for Tropical Environmental and Sustainability Science und dem College of Science and Engineering an der James Cook University in Cairns, Queensland, Australien, angeschlossen.

doi:10.1093/biosci/bix125

1028 *BioScience* Dezember 2017/Bd. 67 Nr. 12

<https://academic.oup.com/bioscience>

- a. Ozonabbauende Stoffe (Mt FCKW-11-Äquivalent pro Jahr)
- b. Trinkwasserressourcen pro Kopf (1000 m<sup>3</sup>)
- c. Rekonstruierter Meeresfang (Mt pro Jahr)
- d. Todeszonen (Anzahl der betroffenen Regionen)
- e. Gesamter Wald (Milliarden ha)
- f. Vielfalt der Wirbeltierarten (% von 1970)
- g. CO<sub>2</sub>-Emissionen (Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr)
- h. Temperaturveränderung (°C)
- i. Bevölkerung (Milliarden Menschen)

Humans = Menschen

Ruminants = Wiederkäuer

Year = Jahr

*Abbildung 1. Trends bei Umweltproblemen im Zeitverlauf, die in der Warnung der Wissenschaftler an die Menschheit 1992 festgestellt wurden. Die Jahre vor und nach der Warnung der Wissenschaftler von 1992 sind jeweils als graue bzw. schwarze Linien dargestellt. Feld (a) zeigt die Emission von Gasen aus Halogenquellen, die das Ozon in der Stratosphäre abbauen, bei einer angenommenen konstanten natürlichen Emissionsrate von 0,11 Mt FCKW-11-Äquivalent pro Jahr. In Feld (c) ging der Meeresfang seit Mitte der 1990er Jahre zurück, gleichzeitig stieg jedoch die Fischfangtätigkeit an (Ergänzungsdatei SI). Der Index der Vielfalt der Wirbeltiere in Feld (f) wurde um taxonomische und geographische Verzerrungen bereinigt, enthält jedoch relativ wenige Daten aus Entwicklungsländern, wo es die wenigsten Studien gibt; zwischen 1970 und 2012 gingen die Wirbeltiere um 58 Prozent zurück, wobei im Süßwasser, im Salzwasser und terrestrisch lebende Populationen um jeweils 81, 36 bzw. 35 Prozent zurückgingen (Datei SI). In Feld (h) sind Fünfjahres-Mittel gezeigt. In Feld (i) besteht der Wiederkäuerbestand aus Hausrindern, Schafen, Ziegen und Büffeln. Zu beachten ist, dass die y-Achsen nicht bei null beginnen, und es gilt, bei der Interpretation jedes Diagramms den Datenbereich genau zu betrachten. Die prozentuale Veränderung für die Variablen in jedem Feld seit 1992 beträgt: (a) -68,1 %; k(b) -26,1 %; (c) -6,4 %; (d) +75,3 %; e) -2,8 %; (f) -28,9 %; (g) +62,1 %; (h) +167,6 % und (i) Menschen: +35,5 %, Vieh: +20,5 %. Zusätzliche Beschreibungen der Variablen und Trends sowie Quellen für Abbildung 1 sind in Datei SI enthalten.*

Dieser Artikel wurde von Claudia Händel ins Deutsche übersetzt und von Margit Unser und Inez Ulrich überprüft.