

Inhalt

Vorwort des Herausgebers 8

Klaus Wiegandt

TEIL I

Heißzeit voraus

Wie eine 3 Grad wärmere Welt aussieht

Klima und Wetter bei 3 Grad mehr

Eine Erde, wie wir sie nicht kennen (wollen) 13

Stefan Rahmstorf

Biodiversität am Kipppunkt?

Die Reaktion der Tier- und Pflanzenwelt 31

Bernhard Kegel

Landwirtschaft in einer heißen Welt

Warum Effizienzsteigerungen nicht ausreichen,
um unsere Ernährung zu sichern 55

Ralf Seppelt, Stefan Klotz, Edgar Peiter & Martin Volk

Flucht vor Hitze, Dürre und Extremwetter

Wenn Menschen vor Ort nichts mehr zum Überleben bleibt 79

Mariam Traore Chazalnoel & Dina Ionesco

Ökonomische Risiken

Über die Folgen der Klimakatastrophe für die Wirtschaft 93

Leonie Wenz & Friderike Kuik

TEIL II

Naturbasierte Lösungen

Wie wir eine 3 Grad wärmere Welt noch
verhindern können

Stopp der Regenwaldabholzung

Der dringlichste Weg, Klima- und Artenschutz zu kombinieren **123**

Susanne Winter

Aufforstung in den Tropen und Subtropen

Das Wachstumspotenzial der niederen Breiten nutzen **145**

Reinhard Mosandl

Bauhaus für die Erde

Nachhaltige Nutzung von Holz im Bausektor **169**

Hans Joachim Schellnhuber

Moor muss nass

Wiedervernässung vorantreiben, Torfabbau verhindern **209**

Hans Joosten

Humusanreicherung in Böden

Die vielen Wege der regenerativen Landwirtschaft **233**

Stefan Schwarzer & Hans Peter Schmidt

Terrestrische Wasserkreisläufe stärken

Über Verdunstungskühlung als vergessene Klimachance **255**

Stefan Schwarzer

TEIL III

Call to Action

Über die Macht informierter Bürger*innen
in der Demokratie

Deutschland im Klimastress

Folgen für unser gesellschaftliches Zusammenleben 269

Jutta Allmendinger & Wolfgang Schroeder

Die Menschen müssen wissen, was auf sie zukommt!

Lösungsansätze, ihre Finanzierbarkeit und die Macht
der Zivilgesellschaft 289

Klaus Wiegandt

Anmerkungen 311

Über die Autorinnen & Autoren 343

Dank des Herausgebers 346

Vorwort des Herausgebers

Zu der Zeit, als ich mich Ende 1998 aus dem Wirtschaftsleben zurückzog, um meine Stiftung »Forum für Verantwortung« zu gründen und mich auf Wissenschaften gestützt mit Grundfragen des Lebens und Themen der Nachhaltigkeit auseinanderzusetzen, wurde erstmals von Klimawissenschaftlern die Bedeutung des Klimawandels für die gesamte Menschheit im 21. Jahrhundert thematisiert.¹ Sechs Jahre zuvor war auf dem Umweltgipfel in Rio de Janeiro die Bevölkerungsexplosion noch das beherrschende Thema. Der Klimawandel war eine der vielen anderen Herausforderungen im Bereich der Nachhaltigkeit.

Wie ist es möglich, dass wir in den folgenden zwei Jahrzehnten, trotz zunehmenden Wissens über die Gefahren eines ungebremsen Klimawandels »explodierende« CO₂-Emissionen relativ gelassen zur Kenntnis nahmen?

Dafür werden viele Erklärungen genannt, vom Verdrängen und Negieren bis zur Hybris, man werde – wie so oft – eine Lösung finden. Meines Erachtens liegt eine Mischung aus »Fehlinformation« und »Gutgläubigkeit« vor: Solange wir im Glauben gelassen werden, dass die eigentlichen Folgen und somit Bedrohungen eines ungebremsen Klimawandels beispielsweise darin liegen, dass der Weltmeeresspiegel bis zum Ende des Jahrhunderts um 35 Zentimeter ansteigt, die Gletscher oder – langfristig – das Grönlandeis abschmelzen, Inselgruppen im Pazifik dem Untergang geweiht sind oder der Eisbär vor dem Aussterben steht, solange kann die Politik ungestraft ihre unzureichenden Klimaschutzmaßnahmen betreiben.

Die größte Gefahr, die durch eine Erderwärmung von 3 Grad Celsius bis zum Ende dieses Jahrhunderts droht, ist allerdings eine Radikalisierung des Wettergeschehens. Drei Grad mehr, was für Landgebiete und damit auch für unsere Breiten im Schnitt zu 6 Grad höheren Temperaturen führen wird, wird das Leben der Menschen in einer nie da gewesenen Dimension verändern und bedrohen. Nur wenn dies der großen Mehrheit der Bevölkerung aufgezeigt und bewusst wird, kann und muss die Politik Maßnahmen in Gang setzen, um die

Erderwärmung, soweit es jetzt noch möglich ist, zu begrenzen – am besten auf 1,5 bis maximal 2 Grad Celsius.

Zur Veranschaulichung dessen, was uns bevorsteht, skizzieren die wissenschaftlichen Beiträge in diesem Buch unterschiedliche Erd- und Sozialsysteme in einer um 3 Grad wärmeren Welt.

Sie lassen uns damit aber nicht alleine, sondern zeigen Lösungen auf, wie die Ziele des Pariser Klimavertrages noch erreicht werden können, und zwar unter Einbeziehung der sogenannten *naturebased solutions*, der naturbasierten Lösungen. Setzen wir auf sie, allen voran auf einen Stopp der Abholzung der Regenwälder, können wir wertvolle Zeit gewinnen, um sozialverträglich gegenzusteuern (und um wichtige Projekte wie die Energiewende oder Rohstoffwende, um nur zwei zu nennen, voranzutreiben). Für ihre Realisierung braucht es zweierlei: politischen Willen sowie eine ausreichende Finanzierung, die über Jahrzehnte sichergestellt wird.

Wie diese Finanzierung gelingen kann, beschreibe ich im abschließenden Kapitel mit dem Blick eines ehemaligen Managers und zeige mögliche Quellen auf. Um es vorweg zu nehmen: Es gibt einige wenige, die von der nichtnachhaltigen Entwicklung, insbesondere der letzten Jahrzehnte, profitiert haben; es ist nur fair, wenn sie es sind, die jetzt die finanzielle Verantwortung übernehmen.

Ich zeige aber auch auf, warum es mit hoher Wahrscheinlichkeit ohne eine Mobilisierung der Zivilgesellschaft und den Diskurs^{2*} mit ihr nicht gelingen wird, diese Maßnahmen und Summen von einer breiten Bevölkerungsschicht mittragen zu lassen, um eine »3-Grad-Welt«, und damit eine globale Katastrophe, zu verhindern.

Klaus Wiegandt

* Die Anmerkungen (Quellenangaben) finden Sie kapitelweise ab Seite 311.



TEILEINS

Heißzeit voraus

Wie eine 3 Grad wärmere
Welt aussieht



Klima und Wetter bei 3 Grad mehr

Eine Erde, wie wir sie nicht kennen (wollen)

Was bedeuten 3 Grad globale Erwärmung für uns? Bislang sind wir laut Weltklimarat¹ bei 1,1 Grad Erwärmung angelangt, relativ zum späten 19. Jahrhundert (das in diesem Beitrag generell als Basisperiode verwendet wird, weil es auch die Basis für das Paris-Ziel von 1,5 Grad ist). Bereits heute sehen wir viele negative Folgen. Drei Grad Erwärmung wären fast das 3-Fache. Die Folgen wären allerdings erheblich schlimmer als nur das 3-Fache der bisherigen Auswirkungen, wie wir in diesem Beitrag sehen werden.

Eine nützliche Perspektive auf eine Erwärmung um 3 Grad liefert die Erdgeschichte. Man muss nach heutiger Kenntnis rund drei Millionen Jahre zurückgehen, bis ins Pliozän, um eine ähnlich hohe globale Temperatur zu finden. Das deutet schon darauf hin, dass große Teile der heutigen Biosphäre nicht evolutionär an eine derart warme Erde angepasst sind. Viele Arten würden sie nicht überleben. Im Pliozän lebten unsere Vorfahren, die Australopithecini, noch teils auf Bäumen.

Der globale Temperaturverlauf der letzten 20.000 Jahre seit dem Höhepunkt der letzten Eiszeit lässt sich dank zahlreicher Sediment- und Eisbohrkerne inzwischen recht genau rekonstruieren (Abb. 1). Die Grafik zeigt drei wichtige Dinge: (1) Schon die heutigen Temperaturen übersteigen den Erfahrungsbereich des Holozäns und damit der gesamten Zivilisationsgeschichte des Menschen, seit er die Landwirtschaft entwickelte und sesshaft wurde. (2) Die moderne globale Erwärmung ist etwa zehn Mal schneller als die natürliche Erwärmung von der Eiszeit ins Holozän, was eine Anpassung massiv erschwert. (3) Die moderne Erwärmung wird zehntausende Jahre anhalten – es sei denn, es gelingt, aktiv gigantische Mengen an Kohlendioxid wieder aus der Atmosphäre herauszuholen.

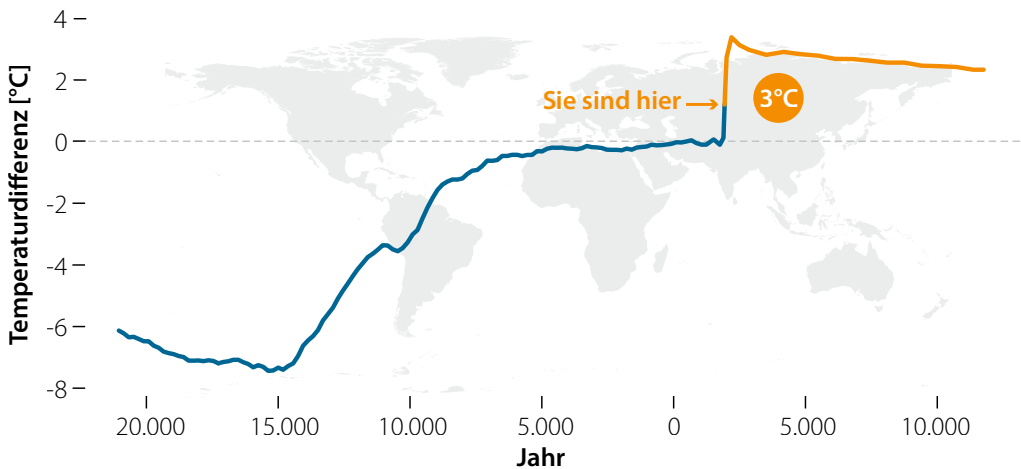


Abbildung 1

Verlauf der globalen Temperatur seit der letzten Eiszeit (etwa 20.000 Jahre vor unserer Zeitrechnung) und für die kommenden 10.000 Jahre bei einem Szenario mit 3 Grad globaler Erwärmung.²

Modellsimulationen am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), mit denen die Eiszeitzyklen der letzten drei Millionen Jahre (angetrieben von den bekannten Milankovich-Erdbahnzyklen) korrekt wiedergegeben werden, zeigen: Schon jetzt haben wir der Atmosphäre wahrscheinlich genug CO₂ hinzugefügt, um damit die ansonsten in 50.000 Jahren fällige nächste Eiszeit zu verhindern. Heizen wir die Erde gar um 3 Grad auf, werden wohl die natürlichen Eiszeitzyklen der nächsten halben Million Jahre ausbleiben. Einige wenige Menschengenerationen verändern unseren Planeten Erde massiv und für lange geologische Zeiträume.

In Deutschland sind wir inzwischen schon bei rund 2,3 Grad Erwärmung angelangt (Abb. 2). Weil Deutschland ein Landgebiet ist, ist das auch nicht weiter überraschend, denn viele Landgebiete erwärmen sich etwa doppelt so rasch wie der globale Mittelwert, der zu 70 Prozent aus Meerestemperaturen gebildet wird. Die mittlere Erwärmung aller Landgebiete lag 2020 bei 2,0 Grad Celsius. Bei 3 Grad globaler Erwärmung sind bei uns also rund 6 Grad Erwärmung zu erwarten.

Sechs Grad Celsius im Jahresmittel – das ist sehr viel. Damit wäre Berlin wärmer als es Madrid heute ist. Und während manch einer dabei vielleicht von mediterranen Verhältnissen träumt, wird dieses völlig neue Klima den Landwirten und der heimischen Tier- und Pflanzenwelt überhaupt nicht gefallen. Schon die vergangenen drei trockenen Hitzesommer seit 2018 haben zu einem gravierenden Waldsterben geführt.

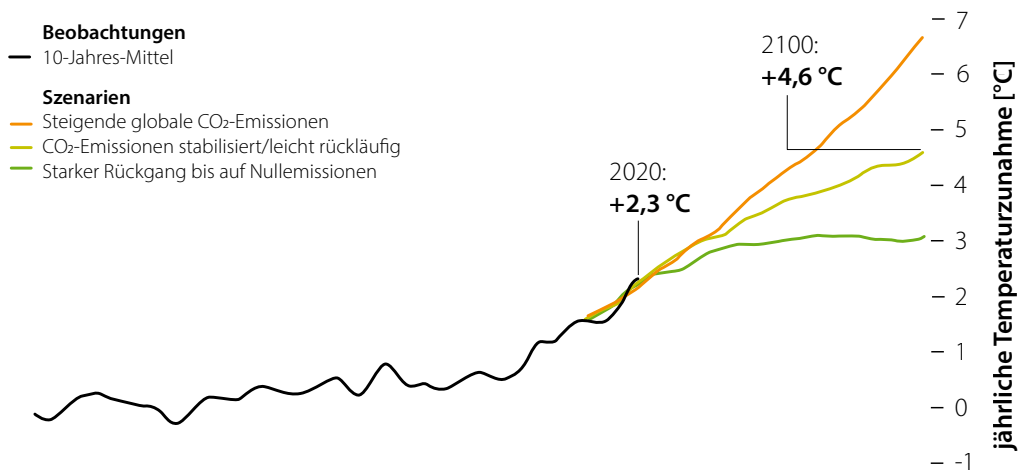


Abbildung 2

Temperaturverlauf in Deutschland nach den Daten des Berkeley Earth Surface Temperature Project. Das Szenario mit 3 Grad globaler Erwärmung liegt zwischen den hellgrün und orange gefärbten Zukunftsszenarien.³

Extreme Hitze

Noch wichtiger als die mittleren Temperaturen sind die Extreme. Wo die Menschen heute in Deutschland unter einem Hitzerekord von 39 Grad Celsius stöhnen, dürften es dann eher 45 Grad sein. Oder sogar mehr, wenn die Böden ausgetrocknet sind, was die Hitze noch verstärken kann. Der Sommer 2003, der damals als »Jahrhundertsommer« galt, hat in Europa rund 70.000 Hitzetote gefordert.⁴ Der Gipfel der Übersterblichkeit war in Frankreich (wo der Schwerpunkt der Hitze lag) deutlich höher als die Ausschläge während der Covid-19-Pandemie. Die Stadt Paris musste im August 2003 gekühlte Zelte für die vielen Toten aufstellen, weil die Leichenhäuser überfüllt waren.

Das Kühlsystem des menschlichen Körpers funktioniert durch Schwitzen, also durch die Verdunstung von Wasser an der Hautoberfläche, und diese hängt von Temperatur und Luftfeuchtigkeit ab – je feuchter die Luft bereits ist, desto geringer ist ihre Fähigkeit, weiteren Wasserdampf aufzunehmen und desto schlechter läuft die Verdunstungskühlung. Die relevante Maßzahl für Hitzestress ist die Kühlgrenztemperatur: die tiefste Temperatur, die sich durch direkte Verdunstungskühlung erreichen lässt. Sie heißt auch Feuchtkugeltemperatur, da sie mit einem in nassem Stoff gehüllten belüfteten Thermometer gemessen werden kann.

Die Belastungsgrenze des menschlichen Körpers liegt bei einer anhaltenden Kühlgrenztemperatur von 35 Grad Celsius, doch schon unterhalb von 30 Grad wird es gefährlich, denn wir müssen unsere Körpertemperatur bei circa 37 Grad halten und zudem noch die durch Stoffwechsel und Bewegung im Körper erzeugte Wärme abführen können. In der Hitzewelle 2003 traten in Europa Kühlgrenztemperaturen von 28 Grad Celsius auf.

Bei einer Luftfeuchte von 70 Prozent (typisch für Deutschland im Sommer) wird die selbst für gesunde Menschen nach einigen Stunden tödliche Kühlgrenztemperatur von 35 Grad bei einer Lufttemperatur von 40 Grad Celsius erreicht. Heute wird diese Kühlgrenztemperatur nur selten irgendwo auf der Erde kurzzeitig überschritten, und wenn, dann vor allem am Persischen Golf oder an der mexikanischen Küste. Nach einer aktuellen Studie⁵ hat sich die Häufigkeit gefährlicher Werte seit 1979 bereits mehr als verdoppelt, und im Persischen Golf haben 2017 erstmals Monatswerte der Meerwassertemperaturen die 35-Grad-Grenze überschritten – die feuchtegesättigte Brise vom Meer kann bei solchen Temperaturen tödlich sein. In Katar dürfen seit Mai 2021 Arbeiter im Sommer zwischen 10 und 15.30 Uhr nicht mehr im Freien arbeiten.

Bei einer globalen Erwärmung um 3 Grad – die wie gesagt auf vielen Landgebieten 6 oder mehr Grad entspricht – werden sich die während Hitzewellen tödlich heißen Gebiete massiv ausweiten, den Aufenthalt im Freien zunehmend gefährlich machen und dadurch zum Beispiel die Feldarbeit in der Landwirtschaft beeinträchtigen.

Extremniederschläge und Dürren

Die Temperaturen verhalten sich noch annähernd linear – das heißt, sie nehmen proportional zu unseren kumulativen Emissionen an Kohlendioxid zu. Leider gilt das für viele Auswirkungen der Erwärmung nicht. Viele physikalische Effekte nehmen mehr als proportional zu. Das gilt etwa für die Fähigkeit der Atmosphäre, Wasserdampf aufzunehmen. Diese wächst exponentiell mit der Temperatur. Das besagt die Clausius-Clapeyron-Gleichung, ein seit dem 19. Jahrhundert bekanntes, elementares Gesetz der Physik über den Sättigungsdampfdruck von Wasserdampf.

Die gleiche Zunahme gilt auch für den »Dampfhunger« der Atmosphäre. Der Dampfhunger ist die Menge an Wasserdampf, die die Luft bei gegebener relativer Luftfeuchte noch aufnehmen kann. Das ist relevant, weil bei der Erderhitzung die relative Luftfeuchte annähernd konstant bleibt, und daher der Dampfhunger exponentiell zunimmt. Es ist dieser Dampfhunger der Luft, der an heißen Tagen

Abbildung 3

Seit Jahren herrscht in Kalifornien große Dürre. Verheerende Feuer sind die Folge.⁶



die Böden und die Vegetation austrocknen lässt, wodurch Ernten verdorren und die Waldbrandgefahr ansteigt.

Extremniederschläge haben auch bereits – wie von Klimamodellen seit drei Jahrzehnten vorhergesagt – in den Messdaten signifikant zugenommen. Das gilt in der weltweiten Summe, ist aber inzwischen auch für viele Regionen der Fall.⁷ Wegen der stärkeren natürlichen Schwankungen auf regionaler Skala und der kleineren Fallzahl der Extreme wird das Signal umso später statistisch nachweisbar, je kleiner die betrachtete Region ist. Der aktuelle Bericht des Weltklimarats zählt auch Mittel- und Nordeuropa zu den Regionen, in denen eine Zunahme schon nachweisbar ist. Eine Studie der ETH Zürich zeigte 2020 auch für Deutschland, die Niederlande und die Schweiz, dass in diesen Ländern eine statistisch relevante Zunahme von Extremregenereignissen beobachtet wird.⁸

Insgesamt nehmen Niederschläge weltweit mit der Erwärmung zu, weil die Verdunstungsrate von den Ozeanen um rund 3 Prozent pro Grad ansteigt. Fast die gesamte Zunahme kommt allerdings in Starkregenereignissen vom Himmel, für die es auf die Wasserdampfmenge in gesättigten Luftmassen ankommt, die laut der erwähnten Clausius–Clapeyron–Gleichung um 7 Prozent pro Grad Erwärmung zunimmt – also rascher als der Wassernachschub durch Verdunstung. Dadurch nimmt Starkregen zu, Tage mit geringem Niederschlag nehmen tendenziell ab und Perioden ohne Niederschlag werden länger. Insgesamt nehmen daher sowohl Starkregenereignisse als auch Dürreperioden zu.