

Fritz Vahrenholt
Sebastian Lüning

UNER-

Was Sie über

WÜNSCHTE

den Klimawandel

WAHR-

wissen sollten

HEITEN

Fritz Vahrenholt
Sebastian Lüning

Unerwünschte Wahrheiten

Was Sie über den
Klimawandel wissen sollten

Mit 62 Abbildungen

LMV

Distanzierungserklärung: Mit dem Urteil vom 12.05.1998 hat das Landgericht Hamburg entschieden, dass man durch die Ausbringung eines Links die Inhalte der gelinkten Seite gegebenenfalls mit zu verantworten hat. Dies kann, so das Landgericht, nur dadurch verhindert werden, dass man sich ausdrücklich von diesen Inhalten distanziert. Wir haben in diesem E-Book Links zu anderen Seiten im World Wide Web gelegt. Für alle diese Links gilt: Wir erklären ausdrücklich, dass wir keinerlei Einfluss auf die Gestaltung und die Inhalte der gelinkten Seiten haben. Deshalb distanzieren wir uns hiermit ausdrücklich von allen Inhalten aller gelinkten Seiten in diesem E-Book und machen uns diese Inhalte nicht zu Eigen. Diese Erklärung gilt für alle in diesem E-Book angezeigten Links und für alle Inhalte der Seiten, zu denen Links führen.

Besuchen Sie uns im Internet unter
www.langenmueller.de

© 2020 LMV, ein Imprint der Langen Müller Verlag GmbH, München

Alle Rechte vorbehalten

Umschlaggestaltung: Sabine Schröder

Umschlagillustration: Shutterstock, SJ Travel Photo and Video

eBook-Produktion: VerlagsService Dietmar Schmitz GmbH, Heimstetten

ISBN: 978-3-7844-8395-5

Inhalt

Statt eines Vorworts: Gerichtsurteile, die unerwünschte Wahrheiten ignorieren

Einführung

50 Fragen zum Klimawandel

I. Moderne Erwärmung im Licht der Klimageschichte

1. Die moderne Erwärmung: Was wissen wir darüber?
2. Mittelalterliche Wärmeperiode und Kleine Eiszeit: Vernachlässigbare lokale Phänomene?
3. Noch nie war es so warm wie heute: Stimmt das?
4. Natürliche Klimaschwankungen im Millenniumstakt: Verborgener Klima-Herzschlag?
5. Die ganze Welt erwärmt sich. Die ganze Welt?
6. Läuft die moderne Erwärmung schneller ab als je zuvor?

II. Natürlicher und anthropogener Klimawandel

7. Der Herzschlag der Ozeane: Welche Rolle spielen PDO, AMO, NAO & Co.?

8. Welchen natürlichen Einfluss übt unsere Sonne auf das Erdklima aus?
9. Wann war der CO₂-Gehalt der Atmosphäre zuletzt so hoch wie heute?
10. Wie genau lässt sich die Erwärmungswirkung des CO₂ quantitativ heute eingrenzen?
11. Wie hoch ist der natürliche Anteil an der modernen Klimaerwärmung?
12. Wird der Golfstrom versiegen?

III. Eis

13. Die Gebirgsgletscher schmelzen. Wie schlimm ist das?
14. Das Grönlandeis schrumpft. Wann hat es das zuletzt gegeben?
15. Wie stabil ist das Eis der Antarktis?
16. Gibt es heute weniger Schnee als früher?

IV. Extremwetter

17. Ist das Klima heute wirklich extremer als früher?
18. Nehmen Überschwemmungskatastrophen immer weiter zu?
19. Gab es früher weniger Dürren?
20. Wie stark werden Waldbrände durch den Klimawandel angefeuert?
21. Unerträgliche Hitzewellen: Immer häufiger, immer heißer?
22. Führt die Klimaerwärmung wirklich zu mehr

Kältewellen?

23. Bringt uns der Klimawandel mehr Stürme?

24. Welche Rolle spielen Vulkane beim Klimawandel?

25. Klimaflüchtlinge und Klimakriege: Wie viele und wo?

V. Meeresspiegel

26. Wie stark steigt der Meeresspiegel?

27. War der Meeresspiegel in vorindustrieller Zeit stets stabil?

VI. Klimamodelle und Vorhersagen

28. Können wir den Klimasimulationen aus dem Computer vertrauen?

29. Gibt es natürliche Klimamuster, die uns bei Prognosen helfen könnten?

30. Welche Anzeichen gibt es für Kipppunkte?

VII. Klimaschäden

31. Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf die Tierwelt?

32. Fortschreitende Ozeanversauerung: Wie gefährlich ist die Lage?

33. Stehen die Korallen vor dem Hitze-Aus?

34. Hitzetote, Kältetote und Krankheiten: Welchen Einfluss hat der Klimawandel?

35. Was ist von der arktischen Methan-Zeitbombe zu halten?

- 36. Wird die Erde grüner?
- 37. Gefährdet oder verbessert CO₂ unsere Ernährungsbasis?

VIII. Weltklimarat und Klimakonferenzen

- 38. Wer schreibt die IPCC-Klimazustandsberichte?
- 39. Warum beherrscht das unplausibelste Szenario die Klimadebatte?
- 40. Der ominöse 97 %-Konsens: Gibt es ihn wirklich?
- 41. Ist das Pariser Klimaabkommen ein Muster ohne Wert?

IX. Energie für eine nachhaltige Zukunft

- 42. Welche Folgen haben Deutschlands Energiewende und der europäische Green Deal?
- 43. Wie grün ist die Windkraft?
- 44. Haben wir ausreichend Energiespeicher?
- 45. Gibt es ein Null-CO₂-Kohlekraftwerk?
- 46. Steht Methan vor einer glänzenden Zukunft?
- 47. Eine neue Generation sicherer Kerntechnik: Eine neue Chance?
- 48. Wann wird die Kernfusion auf der Erde real?
- 49. Wie vernünftig ist die deutsche Energiewende im Verkehr?
- 50. Was ist von der Idee zu halten, eine Billion Bäume zu pflanzen?

Unerwünschte Wahrheiten und die Folgen

Abkürzungen

Stichwortverzeichnis

Statt eines Vorworts: Gerichtsurteile, die unerwünschte Wahrheiten ignorieren

Mit Beschluss vom 24. März 2021 hat das Bundesverfassungsgericht auf Klage einiger Einzelpersonen wie Hannes Jänicke (Schauspieler), Luisa Neubauer (Fridays for Future), Volker Quaschnig (Professor für Regenerative Energiesysteme an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin) und Josef Göppel (CSU-Politiker und Energiebeauftragter des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit) entschieden, dass das Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 verfassungswidrig ist, weil »hinreichende Maßgaben für die weitere Emissionsreduktion ab dem Jahre 2031 fehlen«.¹ Wie kommt das Gericht zu diesem Ergebnis?

In der Beschreibung der »tatsächlichen Grundlagen des Klimawandels« (Ziff. 16-29)² und der »tatsächlichen Grundlagen des Klimaschutzes« (Ziff. 31-37)² bezieht sich das Gericht im Wesentlichen auf vier Quellen: den Weltklimarat IPCC, das Buch »Der Klimawandel« von Stefan Rahmstorf und Hans Joachim Schellnhuber,³ das Umweltbundesamt (UBA) und den Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Das Gericht stellt zu den Grundlagen des Klimawandels fest: »*Ohne zusätzliche Maßnahmen zur Bekämpfung des*

Klimawandels gilt derzeit ein globaler Temperaturanstieg um mehr als 3 °C bis zum Jahr 2100 als wahrscheinlich.«

Hier ignoriert das Gericht die erheblichen Unsicherheiten über Rückkopplungseffekte, wie etwa der Wolken, die das IPCC selbst dazu führt, eine Spannbreite von 1,5 bis 4,5 °C bei Verdoppelung der CO₂-Konzentrationen von 285 ppm (im Jahr 1860) auf 570 ppm (im Jahr 2100) anzugeben.

In Ziffer 20 greift das Gericht die unter Klimaforschern umstrittene Annahme Stefan Rahmstorfs auf, wonach es Hinweise gebe, *»dass infolge des Abschmelzens des Grönländischen Eisschildes und anderer Frischwassereinträge in den Nordatlantik die thermohaline Zirkulation des Nordatlantiks (atlantische Umwälzbewegung) an Stärke verliert. Eine starke Abschwächung hätte unter anderem große Auswirkungen auf die Wettersysteme in Europa und Nordamerika. Der Nordatlantikraum würde sich rasch um mehrere Grad abkühlen.«* Dabei beruft sich das Gericht auf eine umstrittene Außenseitermeinung. Hätte es auf die Webseite des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg geschaut, hätte es auf die Frage, ob *»die globale Erwärmung zum Abriss des Golfstroms führen«* kann, die Antwort gelesen: *»Die kurze Antwort ist: Nein.«*⁴

Auch die Schellnhuber'schen Kippunkte haben es dem Gericht angetan. *»Als eine besondere Gefahr für die ökologische Stabilität werden sogenannte Kippunktprozesse im Klimasystem angesehen, weil diese weitreichende Umweltauswirkungen haben können. Kippelemente sind Teile des Erdsystems, die eine besondere Bedeutung für das globale Klima haben und die sich bei zunehmender Belastung abrupt und oft irreversibel verändern. Beispiele sind die Permafrostböden in Sibirien und Nordamerika, die Eismassen in den polaren Zonen, der*

Amazonasregenwald und bedeutende Luft- und Meeresströmungssysteme.« (Ziffer 21). Wahrscheinlich hatten die Richter das Interview von Professor Jochem Marotzke, dem Doyen der deutschen Klimaforscher vom Hamburger Max-Planck-Institut, mit der *FAZ* nicht gelesen – Frage: »*Welcher Kipppunkt macht Ihnen am meisten Sorgen?*« Marotzke: »*Keiner.*«⁵

Auch bei den Extremereignissen entspricht das Urteil kaum den aktuellen Erkenntnissen. Selbst der Deutsche Wetterdienst hatte 2018 erklärt – wie der IPCC noch 2013 –, dass es schwierig sei, eine Zunahme von Extremwetterereignissen in Deutschland statistisch nachzuweisen.

Das folgende unzureichende Verständnis von Quellen und Senken des CO₂ in Ziffer 32 hat riesige Konsequenzen für den Urteilsspruch: »*Es wird angenommen, dass ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen der Gesamtmenge der über alle Zeiten hinweg kumulierten anthropogenen CO₂-Emissionen und der globalen Temperaturerhöhung besteht. Nur kleine Teile der anthropogenen Emissionen werden von den Meeren und der terrestrischen Biosphäre aufgenommen.*«⁶ Das ist nun objektiv falsch, denn der Zusammenhang ist in Wirklichkeit logarithmisch und nicht linear. Aber wer hat das dem Gericht aufgeschrieben?

Und es geht so weiter: »*Der große Rest anthropogener CO₂-Emissionen verbleibt aber langfristig in der Atmosphäre, summiert sich, trägt dort zur Erhöhung der CO₂-Konzentration bei und entfaltet so Wirkung auf die Temperatur der Erde. Im Gegensatz zu anderen Treibhausgasen verlässt CO₂ die Erdatmosphäre in einem für die Menschheit relevanten Zeitraum nicht mehr auf*

natürliche Weise.« (Ziffer 32)

Selbst der IPCC würde dem widersprechen, denn es werden zurzeit etwa 4,7 ppm jährlich durch anthropogene CO₂-Emissionen der Atmosphäre hinzugefügt, aber etwas mehr als die Hälfte des Zuwachses wird durch Ozeane und Pflanzen aufgenommen. Das Gericht nimmt fälschlicherweise an, es wären »*nur kleine Teile*«, die aufgenommen würden. Da die Aufnahme von Pflanzen und Ozeanen proportional zur CO₂-Konzentration in der Atmosphäre erfolgt, hätte eine deutliche Emissionsreduktion – wie etwa eine Halbierung – in der Zukunft sehr wohl eine Konzentrationsminderung in der Atmosphäre zur Folge, denn die durch Pflanzen und Ozeane aufgenommenen etwa 2,6 ppm bleiben vorerst unverändert, auch wenn die CO₂-Emission auf 2,35 ppm sinkt.

Aber mit dieser Feststellung hat das Gericht die Voraussetzung für den CO₂-Budgetansatz geschaffen: »*Daher lässt sich in Annäherung bestimmen, welche weitere Menge an CO₂ noch höchstens dauerhaft in die Erdatmosphäre gelangen darf, damit diese angestrebte Erdtemperatur nicht überschritten wird ... Diese Menge wird in der klimapolitischen und klimawissenschaftlichen Diskussion als »CO₂-Budget« bezeichnet.*« (Ziffer 36) Und nun fängt das Gericht an zu rechnen und folgt dem Gutachten des sechsköpfigen Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU). Der hatte in seinem Gutachten von 2020 das Budget des IPCC von 2018 zur Einhaltung eines Ziels von 1,75 °C mit 800 Gigatonnen (Gt) CO₂ übernommen.⁶ Diese Größe teilt der SRU durch die anteilige Bevölkerung und kommt zu 6,7 Gt CO₂, die

Deutschland noch ausstoßen darf. Dass die genannten 800 Gt selbst nach Ansicht des IPCC mit großer Unsicherheit versehen sind, erwähnt das Gericht, rechnet aber weiter mit den 6,7 Gt.

Jochem Marotzke überraschte kurz vor Erscheinen des IPCC-Berichts von 2018 mit der Aussage, dass sich die zulässige Emission an CO₂ für das 1,5-Grad-Ziel auf 1000 Gt erhöht hätte.⁷ Ursache hierfür war die Erkenntnis, dass die Pflanzen der grüner werdenden Erde in unvorhergesehener Weise mehr CO₂ aufnehmen können als bislang vermutet. Aber das Urteil folgt lieber den Rechnereien des Sachverständigenrats für Umweltfragen.

Das Gericht summiert die begrenzten Emissionen und kommt zum Ergebnis: *»Nach 2030 verbliebe danach von dem vom Sachverständigenrat ermittelten CO₂-Restbudget von 6,7 Gigatonnen weniger als 1 Gigatonne. (Ziffer 233) Zur Wahrung der Budgetgrenzen müsste demzufolge nach 2030 alsbald Klimaneutralität realisiert werden. ... Dass dies gelingen könnte, ist aber nicht wahrscheinlich.«* (Ziffer 234) Und weiter heißt es: *»Nach der Berechnung des Sachverständigenrats bleibt bei Verfolgung einer Temperaturschwelle von 1,75 °C bei 67%iger Zielerreichungswahrscheinlichkeit nach 2030 allenfalls noch ein minimaler Rest an Emissionsmöglichkeiten, der angesichts des für 2031 noch zu erwartenden Emissionsniveaus kaum für ein weiteres Jahr genügt (oben Rn. 231 ff.). Zur strikten Wahrung des durch Art. 20a GG vorgegebenen Emissionsrahmens wären danach Reduktionsanstrengungen aus heutiger Sicht unzumutbaren Ausmaßes erforderlich, zumal die allgemeine Lebensweise auch im Jahr 2031 noch von hoher CO₂-Intensität geprägt sein dürfte und die jährliche Emissionsmenge im Vergleich zu 1990 erst um 55 %*

reduziert sein wird (vgl. § 3 Abs. 1 Satz 2 KSG). ... das verfassungsrechtliche Klimaschutzgebot ... (würde) die Hinnahme erheblicher Freiheitseinschränkungen fordern, die aus heutiger Sicht kaum zumutbar wären.« (Ziffer 246)
Der Schlusssatz des Gerichts lautet: »Der Gesetzgeber muss daher die Fortschreibung der Minderungsziele für Zeiträume nach 2030 jedoch bis zum 31. Dezember 2022 unter Beachtung der Maßgaben dieses Beschlusses näher regeln.«

Wie die Politik die nach Ansicht des Gerichts 2030 noch vorhandene 1 Gt CO₂ auf alle Sektoren und den Zeitraum 2030 bis 2050 verteilt, ist eine unlösbare Aufgabe. Es sei denn, man macht ab 2035 alles dicht. Damit nähert sich das Gericht der Auffassung eines Klägers, Volker Quaschnig, der eine Null-CO₂-Emission für 2035 gefordert hatte.⁸ Um den Ausgangspunkt des Gerichts-Restbudgets von 6,7 Gt bis 2050 für Deutschland in ein Verhältnis zu setzen: Das entspricht etwa einem halbem Jahr CO₂-Emissionen der VR China in 2030. Bis zu diesem Zeitpunkt beabsichtigt das Land nach seiner freiwilligen Erklärung zum Pariser Abkommen die Emissionen von 9,5 auf 12,5 Gt zu steigern – pro Jahr wohlgemerkt. Das Gericht sieht aber für Deutschland für 2030 bis 2050 ein Restbudget von durchschnittlich 0,05 Gt pro Jahr vor, so viel, wie allein die Baustoffindustrie emittiert, die naturgesetzlich durch die Zementherstellung CO₂ (Calciumcarbonat-Verarbeitung zu Calciumoxid) ausstößt.

War schon das Klimaschutzgesetz dazu angetan, erhebliche Wohlstands- und Arbeitsplatzverluste bis 2030 zu bewirken, werden die jetzt zu erwartenden Verschärfungen zu tiefsten Verwerfungen führen. Spät, sehr spät wird man erkennen, dass die Elektrifizierung der Sektoren Wärme, Verkehr und Industrie ohne Erdgas, ohne

die in Deutschland verbotene CO₂-Abscheidung, ohne die in Deutschland verbotene Kernenergie nicht zu bewerkstelligen ist. Wind und Solar werden die nötige Energie jedenfalls nicht liefern. Denn es geht praktisch um die Stilllegung der Gas- und Ölheizungen, das Verbot von Benzin- und Dieselaautos, die Stilllegung des Lkw-Verkehrs, des Flugverkehrs, der Raffinerien, der Grundstoffindustrie und die Durchleitung des in Nord Stream 1 und 2 ankommenden Erdgases (etwa 0,2 Gt CO₂ pro Jahr) an unsere Nachbarn, die es dann verbrennen dürfen – das volle grüne Programm also.

Das wird grandios scheitern. Das Gericht hat einen momentanen, mit hohen Unsicherheiten behafteten Diskussionsstand der Klimadebatte zum Anlass genommen, den CO₂-Knopf in Deutschland für 2030 bis 2050 auf null zu stellen. Wir bräuchten dringend eine Abkühlung – nicht nur in der CO₂-Debatte, sondern auch des Klimas selbst. Nur wenn die von vielen Wissenschaftlern erwartete Abkühlung in diesem Jahrzehnt eintritt, ist der deutsche soziale Rechtsstaat noch zu retten. Hinsichtlich dieser Abkühlung gegenüber den Modellprognosen sind wir zuversichtlich.

Gerichtsurteil in Den Haag: Der Fall Royal Dutch Shell

Im Mai 2021 hat ein niederländisches Gericht aufgrund der Klage von sieben Umweltschutzverbänden und zahlreichen Bürgern die Firma Shell verpflichtet, den CO₂-Ausstoß nicht nur in der Produktion, sondern auch bei den Öl-, Kraftstoff- und Gaskunden um 45 % bis 2030 zu verringern.⁹ Der Tenor des Urteils erinnert stark an die Argumentation des deutschen Bundesverfassungsgerichts.

Das einzig Tröstliche an dem Shell-Fall ist, dass offenbar andere Länder eine ähnlich »bekloppte« (Sigmar Gabriel) Klimapolitik machen wie Deutschland. Das Appeasement, das Shell schon seit geraumer Zeit in Sachen CO₂ an den Tag legt (wir stehen voll hinter dem Pariser Abkommen, wir wollen bis 2050 um 45 % CO₂ reduzieren), und selbst die großzügige Finanzierung von Klima-NGOs hat Shell nichts genutzt. Insofern hält sich unser Mitleid in Grenzen. Erst, wenn es den Firmen an den Kragen geht, erwachen die Manager vom wohlgefälligen Mitschwimmen im Mainstream. Jetzt meldet sich sogar Herr Brudermüller, CEO der BASF, der bislang eher dadurch aufgefallen ist, dass er auf grünen Parteitag das grüne hohe Lied gesungen hat. Nun kommt auch er zum Ergebnis, dass der Ersatz fossiler Rohstoffe zu einer Vervielfachung des Strombedarfs führen wird. *»Für unseren Standort Ludwigshafen wird er sich verdreifachen.«*¹⁰ Zur Erinnerung: Die BASF verbraucht schon heute eine Strommenge vergleichbar der von Dänemark.

Als die Kernenergie stillgelegt wurde, schwiegen die Manager. Als die Stromindustrie auseinandergenommen wurde, kam kein Protest. Als die Automobilindustrie ihrer Grundlagen beraubt wurde, wurde ebenso geschwiegen. Nun geht es um die Chemie und die Petrochemie, den Kern jeder Industriegesellschaft. Die deutsche chemische Industrie ist die größte in Europa und liegt weltweit hinter China, USA und Japan an vierter Stelle. 464 000 Arbeitsplätze gibt es hierzulande in 2000 Unternehmen der Chemieindustrie, mit Zulieferern ergibt das eine Million hochwertige Arbeitsplätze. Schauen Sie sich um in Ihrem Umfeld, um zu entdecken, worauf man verzichten würde ohne Petrochemie, ohne Pharmaka, ohne Handy-Bildschirm, ohne Kabelummantelung, Dämmstoffe,

Kosmetika, Farben, Lacke, Beschichtungen, Kunstfasern, Klebstoffe, Wasch- und Reinigungsmittel. Und stellen Sie sich vor, es müsste Wasserstoff aus Windmühlen produziert werden. Ist das realistisch? Nach der Strommangelwirtschaft mit Abschaltungen droht die Chemiemangelwirtschaft mit dreimal so teuren Produkten oder auf Bezugsschein. Denn eins ist klar: Nach dem Urteil von Den Haag werden die Deutsche Umwelthilfe, Fridays for Future und Greenpeace versuchen, auch der deutschen Chemieindustrie per Gerichtsbeschluss den Garaus zu machen.

Einführung

»Wenn die Tatsachen nicht mit der Theorie übereinstimmen - umso schlimmer für die Tatsachen«

GEORG WILHELM FRIEDRICH HEGEL (1770-1831), DEUTSCHER PHILOSOPH

»Prognosen sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen«

MARK TWAIN (1835-1910), AMERIKANISCHER SCHRIFTSTELLER

Es gibt kaum ein Thema, das die Menschen mehr bewegt als die Entwicklung unseres Klimas, weil sie uns alle gleichermaßen betrifft. Das gilt spätestens dann, wenn Politik durch Gesetzgebung den menschlichen Einfluss auf das Klima zurückdrängen will. Das Tempo und das Ausmaß des Eingriffs in unser Wirtschaftssystem und unsere Lebensgewohnheiten hängen aber ab von der Tragweite wissenschaftlicher Erkenntnisse über Ursachen und zukünftige Entwicklungen des Klimas. Jeden Tag gibt es neue wissenschaftliche Erkenntnisse, jeden Tag gibt es neue Meldungen und Berichte in den Medien. [*]

Ist das arktische Meereis in wenigen Jahren weggeschmolzen oder ist es seit einigen Jahren stabil? Nehmen die Starkregenereignisse zu oder sind sie seit 100 Jahren weltweit im Mittel gleich geblieben? Wie ist es mit Hurrikanen, Dürren? Welche Temperaturentwicklung ist aufgrund des menschlichen Einflusses in diesem

Jahrhundert zu erwarten: ein, zwei oder viereinhalb Grad? Gibt es auch natürliche Veränderungen unseres Klimas, die wir noch nicht hinreichend verstehen? Trägt das steigende CO₂ wirklich zur Verbesserung der Nahrungsmittelversorgung in der Welt bei?

Die Informationslage für den interessierten Bürger wird undurchschaubarer, weil sowohl einige Wissenschaftler, Teile der Politik und die übergroße Mehrzahl der Medien dem Hang nicht widerstehen können, wissenschaftliche Sachverhalte so darzustellen, dass Angst und Verunsicherung die Menschen empfänglicher machen, jeden anderen Aspekt unserer hochentwickelten Gesellschaften dem Ziel des Klimaschutzes rigide unterzuordnen. Zudem ist die Klimawissenschaft eine interdisziplinäre, hochkomplexe Disziplin. Wer weiß schon etwas anzufangen mit Begriffen wie der CO₂-Sensitivität des Klimasystems ECS oder der Atlantischen Multidekadischen Oszillation AMO? Wie wirkt CO₂, wie wirkt die Sonne auf das Klimasystem, welche Verstärkungs- und Abschwächungseffekte gibt es, welche Rolle spielen Wolken, Ozeane oder die Photosynthese der Pflanzen?

Die Kompliziertheit erzeugt sehr häufig einfache Antworten, die die Menschen leichter erreichen. Etwa: 100 % der Temperaturänderung in den letzten Jahrzehnten sind menschengemacht. Oder: Dies ist die letzte Generation von Menschen auf dem Planeten Erde. Die Simplifizierung wird der Komplexität des Themas jedoch meist nicht gerecht. Viele Menschen wünschen sich daher eine leicht verständliche, trotzdem aber wissenschaftlich fundierte Darstellung der Sachverhalte. Wir werden in dieser Einführung in einem Überblick die wichtigsten Fragen und Sachverhalte zur Klimadebatte aus diesem Buch vorstellen, die wir dann in weiteren 50 Kapiteln vertiefen werden.

Die Erwärmung

Die Erwärmung unserer Erde ist real, während der vergangenen 150 Jahre nahm die globale Durchschnittstemperatur um etwa 1,0 °C zu. Doch auch das vorindustrielle Temperaturniveau schwankte stark. Verfolgen wir die Klimageschichte zurück, so erfahren wir die stärkste Erwärmung seit der letzten großen Eiszeit im »Holozänen Thermischen Maximum« (HTM) vor etwa 8500-5500 Jahren. In dieser Zeit, auch »Atlantikum« genannt, wurde das moderne Wärmeniveau um bis zu 3 °C übertroffen. Diese besonders warme Phase endete etwa 3500 v. Chr. In den folgenden Jahrtausenden kühlte sich das Klima langsam, aber stetig ab. Weltweit begannen die Gletscher wieder zu wachsen, weshalb diese Phase auch als »Neuvereisung« bezeichnet wird. Dem Langzeittrend überlagert sind charakteristische Warm-Kalt-Zyklen im Jahrtausend-Takt. Während der Römischen Warmzeit (Roman Warm Period = RWP, 250 v. Chr.-400 n. Chr.) erreichten die Temperaturen in vielen Regionen der Erde das heutige Wärmeniveau oder überschritten es sogar. Auch die Mittelalterliche Wärmeperiode (MWP, 800-1300 n. Chr.) und die Kleine Eiszeit (1300-1850 n. Chr.) gehören zu diesen Zyklen.

Wärmere und kältere Zeiten wechselten sich seit der Eiszeit im Rhythmus von etwa 1000 Jahren ab. Das notorische Desinteresse des Weltklimarates (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) an diesem Thema, an dem aktuell eine Vielzahl von Klimawissenschaftlern aktiv forscht, macht ratlos. Wäre es nicht von großer Wichtigkeit, diesen langrhythmischen Herzschlag des Klimasystems gründlich zu untersuchen, um ihn in die Klimamodelle zu integrieren oder nach sorgfältiger Prüfung zu verwerfen? Der IPCC-

Spezialbericht zum 1,5-Grad-Ziel von 2018 geht mittlerweile von 100 % anthropogenem Anteil an der Erwärmung der letzten 150 Jahre aus. Es ist klar, dass die natürliche Millenniums-Klimazyklik die monokausale IPCC-Sichtweise in Frage stellen würde.

Die Klimaprognosen bis zum Jahr 2100 basieren auf theoretischen Klimasimulationen. Während die Erwärmung der letzten 150 Jahre von den Modellen in der Regel ohne größere Probleme dargestellt werden kann, können die Klimamodelle die aus geologischen Rekonstruktionen gut belegte MWP-Wärme nicht zufriedenstellend reproduzieren. Dies ist nicht verwunderlich, denn in den Simulationen geht der Einfluss natürlicher Klimafaktoren bereits vom Ansatz her gegen null. Auslöser von MWP und Kleiner Eiszeit können aber nur natürliche Faktoren gewesen sein, weil die Menschen vor der Industrialisierung keinen nennenswerten Einfluss auf das globale Klima ausübten. Vielleicht wird sich irgendwann einmal auch die Klimaforschung an die Sonne erinnern. Während der MWP war sie stark, während der Kleinen Eiszeit schwach und während der modernen Erwärmung wieder stark.

Im Rahmen des Pariser Klimaabkommens vom Dezember 2015 wurde vereinbart, dass die Zunahme der globalen mittleren Temperatur auf deutlich unter 2 °C, verglichen mit dem »vorindustriellen Niveau«, begrenzt werden muss und dass man sich bemühen solle, den Anstieg auf 1,5 °C zu begrenzen. Bei Betrachtung der letzten 2000 Jahre lag die mittlere vorindustrielle Temperatur etwa auf dem Niveau von 1940 bis 1970, also deutlich höher als im Basisjahr 1870 des IPCC. Der Vergleich der derzeitigen Erwärmung mit dem Referenz-Niveau am Ende der Kleinen Eiszeit vor etwa 150 Jahren ist also wenig sinnvoll, weil diese Zeit eine der kältesten Epochen der letzten 10 000 Jahre repräsentiert. Klimapolitisch macht das erst recht

wenig Sinn. Wollen wir wirklich zurück in eine Klimawelt, die von bitterer Kälte und Hunger gekennzeichnet war? Ist ein Niveau von 1950, das etwa 0,4 °C wärmer war als 1870 und eher dem Durchschnitt der letzten 2000 Jahre entspricht, nicht viel erstrebenswerter?

Die Datierung der klimatischen Ereignisse aus den Klimaarchiven wie Sedimentablagerungen, Eisbohrkernen oder Tropfsteinen ist oft nur mit plus/minus 100 Jahren Ungenauigkeit möglich. Die Klimavergangenheit wird uns daher eher als ein verschmiertes Bild mit weniger Höhen und Tiefen, geringeren Temperaturanstiegen und -rückgängen gezeigt. Da erscheint die augenblickliche Erwärmung schnell als einzigartige und nie dagewesene Entwicklung.

Die globale Temperatur ist in den letzten 150 Jahren mit einer durchschnittlichen Erwärmungsrate von 0,07 °C pro Jahrzehnt angestiegen. Allerdings konzentrierte sich die Erwärmung vor allem auf drei Temperaturschübe, nämlich 1860-1880, 1910-1940 und 1975-1998. Die Temperatursteigerungsrate der drei Episoden war ähnlich und betrug etwa 0,15 °C pro Jahrzehnt. Zwischen den Erwärmungsphasen kühlte sich das Klima jeweils leicht ab oder stagnierte. Die heutige Erwärmungsrate ist keineswegs einzigartig, wie oft behauptet, weder im Maßstab der letzten 1000 Jahre noch im Kontext der letzten 100 000 Jahre. Beim Übergang der Kälteperiode der Völkerwanderungszeit zur Mittelalterlichen Wärmeperiode stiegen hierzulande die Temperaturen innerhalb von 400 Jahren um 4 °C, wie Untersuchungen aus der Eifel zeigen. Das entspricht 1 °C pro Jahrhundert, also ziemlich genau der heutigen Rate.

Die Ozeanzyklen

Von 2000 bis 2014 wurde die Erwärmung merklich abgebremst. Bis heute gibt es hierfür keine zufriedenstellende Erklärung – außer einer, dem sich alle 60 Jahre ins Negative verkehrenden pazifischen Zyklus PDO (Pacific Decadal Oscillation). Diese Erwärmungspause wurde durch eine natürliche Erscheinung, den gewaltigen El Niño von 2016, beendet, was zu einer kurzfristigen Erwärmung führte, allerdings auch zu einem Absinken der Temperaturen von 2017 bis 2019. Welche Bedeutung haben die Ozeanzyklen? Als der IPCC 1988 gegründet wurde, waren die meisten Ozeanzyklen noch unbekannt und konnten in den ersten beiden Klimazustandsberichten von 1990 und 1995 noch überhaupt nicht berücksichtigt werden.

Die PDO spielt eine überragende Rolle für die Entwicklung der globalen Durchschnittstemperatur, wie ein Vergleich der vergangenen 120 Jahre zeigt. Während positiver PDO-Phasen stieg die globale Temperatur stets besonders stark an, wohingegen die Erwärmung bei negativer PDO jeweils ins Stocken geriet bzw. sich das Klima sogar abkühlte. Die drei Erwärmungsepisoden 1860–1880, 1910–1940 und 1975–1998 ereigneten sich während positiver PDO-Bedingungen, die dazwischenliegenden Erwärmungspausen fanden zu Zeiten negativer PDO statt. Die PDO moduliert den Langzeiterwärmungstrend und überlagert ihm einen charakteristischen 60-Jahre-Takt, der einen treppenstufenartigen Verlauf in der Temperaturentwicklung erzeugt. Um das Jahr 1999 wechselte die PDO in die negative Phase, wodurch die globale Erwärmung abgebremst wurde und in eine anderthalb Jahrzehnte andauernde Erwärmungspause mündete. Diese könnte – mit Unterbrechungen – bis etwa zum Jahr 2030 andauern.

Die Atlantische Multidekadische Oszillation (AMO) ist das Pendant zur PDO für den Atlantik. Im Prinzip handelt es sich um die gleiche Schwingung, allerdings hinkt die AMO der PDO um 20 Jahre hinterher. Der AMO-Zyklus übt einen bedeutenden Einfluss auf die Sommertemperaturen in Europa aus, während die Winter weitgehend unabhängig von der AMO sind. Die negative Phase der AMO in den 1960er- bis 1990er-Jahren hatte das Sommerklima in Europa spürbar abgekühlt, während die danach einsetzende und noch immer andauernde positive AMO zu wärmeren und längeren Sommern auf dem Kontinent geführt hat. Forscher der Universität Washington haben 2013 herausgefunden, dass PDO und AMO gemeinschaftlich 30-50 % des letzten großen Erwärmungsschubs von 1975-1998 verursacht haben. Das bedeutet aber auch, dass die Erwärmung durch CO₂ entsprechend geringer zu veranschlagen ist. Und das hat gravierende Folgen: Der Langzeiterwärmungstrend im 21. Jahrhundert wird demzufolge deutlich geringer ausfallen, als es der Weltklimarat bis heute verbreitet.

Die CO₂-Klimasensitivität

In der öffentlichen Klimadebatte geht es in der Regel nicht darum, ob CO₂ erwärmt, sondern *wie stark* es erwärmend wirkt. Es handelt sich also vor allem um eine quantitative Frage. Leider lässt sich die genaue Erwärmungswirkung nicht so einfach durch Experimente oder theoretische Berechnungen ermitteln. Konsens herrscht allein in einem Teilaspekt. Würde CO₂ allein wirken, so würde die globale Temperatur bei jeder Verdoppelung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre lediglich um gut 1 °C ansteigen, was

relativ unproblematisch wäre. Die Klimamodelle nehmen aber an, dass durch das zusätzliche CO_2 in einem Verstärkermechanismus mehr Wasserdampf aus den Weltmeeren verdunstet. Da Wasserdampf ein wesentlich stärkeres Klimagas als CO_2 ist, wird der Effekt des CO_2 auf diese Weise verstärkt auf 1,5 bis 4,5 °C pro CO_2 -Verdoppelung. Allerdings bedeutet mehr Wasserdampf in der Luft auch mehr Wolkenbildung, welche der Erwärmung entgegenwirken kann. Diesem kühlenden Effekt der Wolken wird in den Modellen aber nicht Rechnung getragen.

Die Stärke der CO_2 -Erwärmungswirkung wird durch die sogenannte CO_2 -Klimasensitivität, oder, besser verständlich, die Klimawirksamkeit beschrieben: Wie stark erwärmt sich die Atmosphäre bei Verdoppelung des CO_2 -Gehalts und dem gerade beschriebenen Verstärkermechanismus? Der IPCC ist sich noch immer nicht sicher, wie stark das CO_2 nun wirklich erwärmt. Pro CO_2 -Verdoppelung könnte die Erwärmung laut IPCC 1,5 °C betragen, aber auch bis zu 4,5 °C, also das Dreifache. Dies entspricht einer sehr großen Unsicherheitsspanne, die der IPCC seit seinem ersten Klimazustandsbericht 1990 nahezu unverändert anführt. Trotz größter Forschungsanstrengungen in den letzten drei Jahrzehnten konnte diese Unsicherheit nicht verringert werden. In der Öffentlichkeit ist kaum bekannt, wie rudimentär unser Wissen in diesem Punkt ist, da in den Medien meist nur ein wenig aussagekräftiger theoretischer Mittelwert angegeben wird, der 3,0 °C im 4. IPCC-Bericht von 2007 betrug. Im darauffolgenden Bericht von 2013 konnten sich die IPCC-Experten jedoch nicht einmal mehr einigen, welchen Mittelwert sie ansetzen sollten.

Die Höhe der CO₂-Klimasensitivität ist jedoch für politische Planungen die alles entscheidende Größe. Ist die Klimasensitivität des CO₂ geringer, so muss der Anteil der natürlichen Ursachen an der Erwärmung der letzten 150 Jahre höher sein - und umgekehrt. Befände sich der wahre Wert am unteren Ende der IPCC-Unsicherheitsspanne bei 1,5 °C, so wären die Klimafolgen eher moderat und leichter beherrschbar. Bei einem Wert von 4,5 °C hingegen wären katastrophale Klimafolgen zu befürchten.

Tatsächlich häuften sich in den letzten Jahren ernst zu nehmende Studien, die einen Wert in der unteren Hälfte und sogar im unteren Drittel des IPCC-Möglichkeitsspektrums wahrscheinlicher werden lassen. Studien aus dem Hamburger Max-Planck-Institut für Meteorologie legen nahe, dass der Mittelwert bei 2 °C liegt, das amerikanisch-englische Forscherteam Judith Curry und Nicholas Lewis kommt auf 1,66 °C. Curry und Lewis verglichen den Wärmehalt der Ozeane von 1850-1900 mit den letzten Jahrzehnten. So konnten sie den Erwärmungseffekt durch gestiegenes CO₂ ohne den Einfluss von Ozeanzyklen bestimmen. Eine internationale Forschergruppe unter Beteiligung der Universität Gießen erklärte 2018, dass ein Drittel der modernen Temperaturentwicklung Ostasiens durch natürliche Antriebe verursacht wurde.

Doch die Auffassungen klaffen immer weiter auseinander. So behauptete der Weltklimarat in seinem 2018 erschienenen 1,5-Grad-Sonderbericht (SR15) kurzerhand, dass der menschengemachte Anteil an der Erwärmung bereits final geklärt sei und dass der Temperaturanstieg nahezu vollständig auf den von Menschen verursachten Treibhausgasemissionen beruhen würde. Ein nahezu zeitgleich veröffentlichter Klimabericht der Schweiz räumt

den natürlichen Klimafaktoren deutlich mehr Raum ein. Dort heißt es, dass natürliche Faktoren bis zur Hälfte der im Land beobachteten Erwärmung der letzten 100 Jahre verursacht haben könnten.

Die Klimawirkung des CO_2 hängt stark davon ab, wie lange es in der Luft verbleibt. Der Austausch zwischen Atmosphäre, Land und Meer von CO_2 in der Größenordnung von 5-7 Jahren darf nicht verwechselt werden mit der Halbwertszeit des CO_2 , die bei etwa 35-40 Jahren liegt. In die Luft ausgestoßenes CO_2 wird teilweise von den Ozeanen, aber auch von Pflanzen durch verstärkte Photosynthese aufgenommen, Ozeane und Pflanzen reagieren also als sogenannte »Senken«, in denen zurzeit etwa 55 % der heutigen Emissionen verbleiben.

Die Aufnahme von CO_2 in die Ozeane und durch Pflanzen ist abhängig von der Konzentration in der Luft. Vor der Industrialisierung gab es ein Gleichgewicht zwischen der Konzentration in der Luft von 280 ppm CO_2 und dem CO_2 -Gehalt der Ozeane und der Gesamtheit der Pflanzen. Heute sind mit 410 ppm etwa 130 ppm mehr in der Luft als vor der Industrialisierung. Dieses Mehrangebot an 130 ppm in der Luft bestimmt die Aufnahme in Ozeane und Pflanzen. Die Entnahme von CO_2 aus der Luft ist also nicht abhängig von aktuellen Emissionen (heute etwa umgerechnet 4,7 ppm pro Jahr), sondern von dem, was sich aufsummiert hat. Das ist nicht unbedeutend, heißt dies doch, dass bei einer Verringerung der Emission die Größe der Aufnahme durch Ozeane und Pflanzen (2,6 ppm pro Jahr) nicht parallel zurückgeht. Bei einer Halbierung der Emission auf 2,35 ppm pro Jahr wird mehr CO_2 abgeschieden, als neu hinzukommt, was bereits zu einer Verringerung der CO_2 -

Konzentrationen in der Luft führen würde. Eine Rückführung auf null, wie es viele Politiker fordern, ist nicht erforderlich, um ein Absinken der CO₂-Gehalte zu erzielen.

Es wird immer wieder behauptet, dass die Senken für CO₂, die Ozeane und die Pflanzen, wegen Sättigung zukünftig weniger CO₂ aufnehmen könnten. Dafür gibt es momentan keine Anzeichen. Interessanterweise ist die Abbaugeschwindigkeit seit 60 Jahren konstant und lässt sich relativ einfach berechnen. Teilt man die anthropogen erzeugte CO₂-Konzentration in einem bestimmten Jahr durch den Abbau in dem jeweiligen Jahr, so kann man die Halbwertszeit errechnen. Sie betrug 1959 etwa 38 Jahre und 2019 etwa 35 Jahre. Die Aufnahmefähigkeit ist also sogar leicht gestiegen. Es ist demnach nicht zu erwarten, dass die Aufnahmefähigkeit von Ozeanen und Pflanzen auf absehbare Zeit zurückgeht. Die Klimamodelle des IPCC gehen dagegen von einer starken Abnahme der Aufnahmefähigkeit aus, was die CO₂-Konzentrationen in der Zukunft zusätzlich anschwellen ließe.

Extremwetterereignisse

Extremwetterereignisse werden von einigen Akteuren der Klimadebatte regelmäßig als Folge des menschengemachten Klimawandels gedeutet. Und welcher Zeitungsleser kann das schon beurteilen, ob eine Steigerung des Extremwetters in den letzten Jahrzehnten, Jahrhunderten und Jahrtausenden erkennbar ist oder ob sich das Wetter in der üblichen natürlichen Schwankungsbreite abspielt. Im Jahr 2012 veröffentlichte der IPCC einen Sonderbericht zum Extremwetter. Hierin

wird freimütig eingeräumt, dass es noch keine gesicherten Trendinformationen gibt, die eine anthropogene Beeinflussung der allermeisten Extremwetterarten annehmen lassen könnten. Insbesondere könne man keine Zunahme der tropischen Wirbelstürme erkennen, Aussagen zu Tornados und Hagel machen oder globale Trends bei der Entwicklung von Überschwemmungen identifizieren. Dürren würden in einigen Regionen häufiger, in anderen seltener.

Die fehlende Attribution zwischen Extremwettern und anthropogenen Einflüssen gilt auch hierzulande. Der Deutsche Wetterdienst erklärte 2018, dass es bislang noch schwierig sei, eine Zunahme von Extremwetterereignissen in Deutschland statistisch nachzuweisen. Das liest sich in den Medien, wenn ein Sturm über Deutschland hinwegfegt oder sich in einer Region sintflutartige Regenfälle ereignen, sehr häufig anders. Es ist ja auch viel schlagzeilenträchtiger, ein solches Naturereignis auf den Klimawandel zu schieben. Das leuchtet jedem ein und erhöht das schlechte Gewissen jedes Einzelnen. Die Statistik hierfür gibt das allerdings nicht her.

Ein Team der National University in Canberra dokumentierte 2012, dass die globalen Niederschläge in den letzten 70 Jahren trotz globaler Erwärmung weniger extrem geworden sind, und dies sowohl in zeitlicher als auch in räumlicher Hinsicht. Eher gibt es eine Tendenz zu ausgeglicheneren Verhältnissen: Trockene Gebiete wurden feuchter, und feuchte Gebiete wurden trockener. In vielen Fällen weltweit stecken Ozeanzyklen wie die PDO, AMO oder NAO (Nordatlantische Oszillation) hinter Veränderungen beim Hochwasser.

Die Häufigkeit von Dürren blieb im globalen Maßstab während der letzten 30-100 Jahre unverändert. Langzeittrends sind nicht zu beobachten. In einigen

Regionen wurden Dürren häufiger, in anderen hingegen seltener. In Deutschland gibt es keinen statistisch gesicherten Trend in der Häufigkeitsentwicklung von Trockenperioden, stellte das Umweltbundesamt (UBA) in seinem »Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel« fest.

Die Prognosesicherheit

Bjorn Stevens vom Hamburger Max-Planck-Institut für Meteorologie redete im März 2019 Klartext. Obwohl die Rechenleistung der Computer auf das Vielmillionenfache gestiegen ist, sei die Vorhersage der globalen Erwärmung heute so unpräzise wie eh und je. *»Es ist zutiefst frustrierend«*, kommentiert Stevens den fehlenden Fortschritt in der Prognoseforschung. Stevens gibt weiter zu bedenken: *»Unsere Computer sagen nicht einmal mit Sicherheit voraus, ob die Gletscher in den Alpen zu- oder abnehmen werden.«* Eine der großen Baustellen sind die Wolken, die eine enorme Bedeutung für das Klima besitzen. Verändert sich die niedrige Wolkendecke weltweit um 4 %, so ändern sich die Temperaturen um 2 °C. Modelle können die Wolken aber immer noch nicht korrekt wiedergeben. Nicht einmal die europäischen Wintertemperaturen können zuverlässig angegeben werden. Statt einer Erwärmung, wie die Modelle berechnen, hat es dort eine Abkühlung um 0,37 °C zwischen 1998 und 2012 ergeben, und zwar pro Jahrzehnt.

Viele Politiker und Umweltaktivisten glauben noch immer fälschlicherweise, in den Klimawissenschaften seien heute alle wichtigen Fragen geklärt. Richard Betts, der Leiter der Abteilung Klimafolgen des UK Met Office, äußerte sich 2014 hierzu: *»Die Klimaänderung könnte sehr bedeutend oder auch gering sein. Wir wissen es nicht. Die*