

Verlässliche Warnbotschaften des Weltklimarats – was folgt aus diesem Wissen?

Eberhard Faust

Der im August 2021 vorläufig publizierte erste Teil des *Sixth Assessment Report* des Weltklimarates IPCC bewertet die Verlässlichkeit des Klimawandelwissens im Lichte der neuesten Forschung. Mit einiger Verlässlichkeit weisen nicht nur viele Extremereignisse der letzten Jahre bereits den Einfluss des Klimawandels auf, sondern wurden bereits Abläufe wie der Anstieg des Meeresspiegels angestoßen, die irreversibel für Jahrhunderte und Jahrtausende weiter fortschreiten. Nach allen theoretisch möglichen Szenarienpfaden wird der globale Erwärmungslevel 1,5 Grad – als Durchschnittstemperatur über einen 20-Jahre-Zeitraum – längstens innerhalb der kommenden zweieinhalb Jahrzehnte erreicht werden. Angesichts dieser Fakten bleibt die höchstmögliche Ambition bei der Reduktion von Treibhausgas-Emissionen die einzig vernünftige Antwort.

Über den im August 2021 veröffentlichten ersten Teil des Sechsten Sachstandsberichtes des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), der die physikalischen Grundlagen des Klimawandels behandelt¹, sollte man wissen, dass dies nicht eine Zusammenstellung des Neuen in der Klimaforschung der letzten Jahre ist. Vielmehr besteht das Mandat dieses Berichtes darin, *für die Klimapolitik die Verlässlichkeit der Klimawandel-Wissensinhalte angesichts der weiter vorangeschrittenen Forschung zu bewerten*. Dabei geht es sowohl um länger bekannte Wissensinhalte als auch um die erst durch die allerneueste Forschung erschlossenen. Formal wird für diese Verlässlichkeitsbewertung das Vertrauen (*confidence*) in einen Wissensinhalt bestimmt, entweder qualitativ aus dem Grad der Evidenz und der Übereinstimmung zwischen möglichst vielen aktuellen Studien mit einer ähnlichen Einschätzung, oder quantitativ als Wahrscheinlichkeit (*likelihood* – beispielsweise abgeleitet aus der Häufigkeit der Modelle, die etwas zeigen oder nicht bestätigen). Letztlich ist beides ein Maß der Robustheit – wie viel Evidenz und Übereinstimmung bei Daten, Studien, Modellläufen für eine Hypothese/ für einen Wissensinhalt zum Klimawandel besteht. Dieser zentrale Aspekt einer Verlässlichkeitsbewertung geht in der deutschen Bezeichnung „Sachstandsbericht“ etwas unter – es ist aber die Hauptsache an diesem Bericht, der daher offiziell „Assessment Report“ heißt.

Die hohen Hürden der Verlässlichkeitsbewertung sind sinnvoll, wenn die Klimapolitik bzw. deren Spezialisten sich überzeugen können sollen, dass sich die Klimaforschung in einer sorgsamsten Weise um die Etablierung und fortlaufende Pflege eines sehr verlässlichen Wissenskernbestands zum Klimawandel bemüht, der es rechtfertigt, dass gegebenenfalls sehr weitreichende politische Entscheidungen zum Klimawandelproblem getroffen werden. Der Fortschritt im IPCC-Bericht ist daher notwendig langsamer als in der unmittelbaren wissenschaftlichen Diskussion und ist ihr im Sinne eines Filters nachgeordnet. Im Folgenden einige Inhalte dieser

¹ IPCC, 2021: Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Arias, P.A., et al.: Technical Summary. Das Kürzel für den Sixth Assessment Report ist „AR6“. Alle veröffentlichten Dokumente des IPCC AR6 WG I stehen auf dieser Webseite zum Download bereit: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport>

aktuellen Verlässlichkeitsbewertung, die notwendig eine subjektive Auswahl darstellen, da der Bericht zu den physikalischen wissenschaftlichen Grundlagen enorm umfangreich ist.

Die global gemittelte Oberflächentemperatur lag in der Dekade 2011-2020 um 1,09°C höher als 1850-1900, wobei die Temperatur über Land mit 1,59°C stärker zugenommen hat als an der Oberfläche der Ozeane mit 0,88°C. Dieser Temperaturanstieg kann inzwischen so gut wie komplett dem Einfluss des Menschen zugeordnet werden; der Bericht stellt im Sinne größtmöglicher Verlässlichkeit fest: “It is unequivocal that human influence has warmed the global climate system since pre-industrial times.“ (IPCC AR6, WG1, Ch.3) Das ist noch eine Verlässlichkeitssteigerung gegenüber dem Vorgängerbericht.² Aufgrund des weiteren Forschungsfortschritts veränderte Verlässlichkeitsbewertungen von bereits älteren Wissensinhalten machen einen großen Teil des Neuen in diesem Bericht aus.

Kausale Verknüpfung vergangener Extremereignisse mit dem Klimawandel

Besonders interessant finde ich aus einer Risiko-Sicht, dass der Bericht erstmalig die neuere Attributierungsforschung zu Extremereignissen bewertet, d.h. die wissenschaftlichen Arbeiten zur Frage: In welchem Maße hat sich die Wahrscheinlichkeit für ein konkretes extremes Ereignis aus der vergangenen Beobachtung bereits durch den Klimawandel verändert, kann es somit als davon beeinflusst gesehen werden? Danach ist es sehr wahrscheinlich, dass der menschgemachte Klimawandel die Häufigkeit und Intensität von Hitze-Extremen in sehr vielen Regionen gesteigert hat und dass er zur Intensivierung von Starkniederschlagsereignissen mindestens in Nord Amerika, Europa und Asien, wo dafür ausreichende Daten zur Verfügung stehen, mit hoher Verlässlichkeit beigetragen hat. Auch zur größeren Häufigkeit und Intensivierung von landwirtschaftlichen und ökologischen Dürren (Bodenfeuchtedefizit) hat der Klimawandel einigermassen verlässlich in einigen Regionen beigetragen sowie zu häufiger auftretenden Witterungsbedingungen, die für Wald- und Vegetationsbrände in Südeuropa, dem nördlichen Eurasien, den USA und Australien eine Voraussetzung sind. Bei den tropischen Wirbelstürmen (Hurrikane, Taifune) besteht insbesondere hohe Verlässlichkeit in einen Beitrag des Klimawandels zu höheren Niederschlägen aus diesen Stürmen, z.B. aus Hurrikan Harvey 2017. Eine weltweite Übersichtsgrafik zeigt für die Ereignistypen extreme Hitze, Starkniederschlag und landwirtschaftliche Dürre, in welchen Regionen sich diese Ereignisse jeweils durch den Einfluss des Klimawandels mit welcher Verlässlichkeit bereits verändert haben. Die folgende Grafik beschränkt sich auf Extremhitze und Starkniederschlag.

² IPCC 2013, Fifth Assessment Report, WG1, Ch.10: “It is *extremely likely* that human activities caused more than half of the observed increase in GMST (global mean surface temperature, E.F.) from 1951 to 2010.”

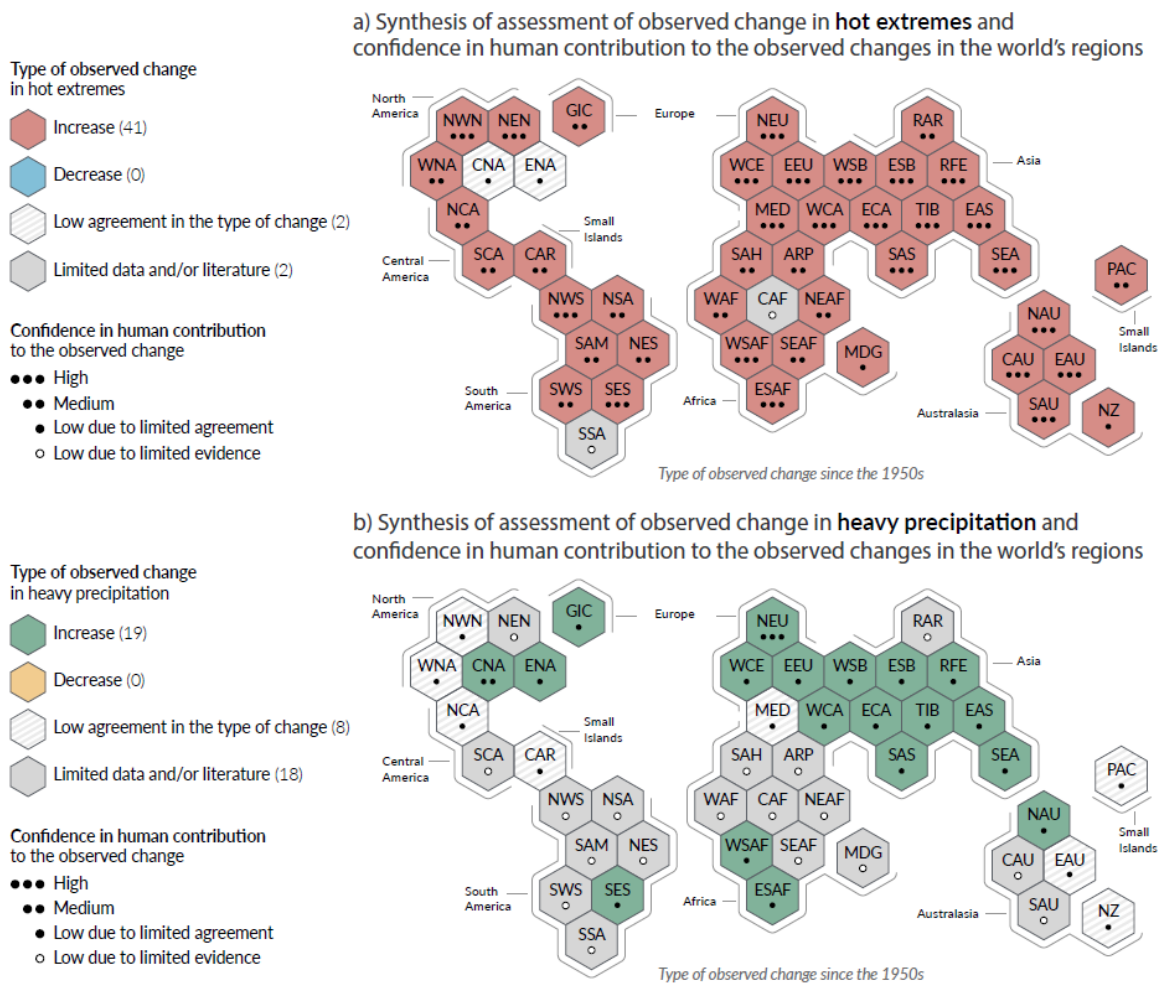


Abbildung.: IPCC AR6 WG1, 2021, Summary for policymakers, Teile von Figure SPM.3: Synthesis of assessed observed and attributable regional changes. Die Hexagone, die symbolisch für Teilregionen der Kontinente stehen, bilden in ihrer Gesamtheit grob die Landoberfläche der Erde ab.

In die Klasse der Attributierungsstudien gehört auch eine aktuelle Studie vom August 2021 der World-Weather-Attribution-Wissenschaftsinitiative zu den Starkniederschlags- und Überschwemmungsereignissen in Deutschland und Nachbarländern vom Juli 2021 (Kreienkamp, F., et al., 2021: Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021. World Weather Attribution – <https://www.worldweatherattribution.org/>). Der IPCC-Report konnte diese Studie noch nicht kennen. Darin wird analysiert, dass der aufgetretene 1-Tages-Niederschlag innerhalb einer größeren westlichen Region in Europa je Ort im Mittel etwa alle 400 Jahre zu erwarten ist. Durch den Klimawandel ist ein solches Ereignis, das irgendwo in dieser größeren Region auftreten kann, bis heute bereits um einen Faktor aus dem Spektrum 1,2 bis 9 wahrscheinlicher geworden. Ebenso ist die Intensität des maximalen 1-Tages-Niederschlags durch den Klimawandel um einen Wert aus dem Spektrum 3%-19% größer geworden.

Szenarienpfade

Bei den Projektionen nach vorne nutzt dieser IPCC-Bericht ein Set von fünf Szenarien, das bezüglich der einzelnen Komponenten wie THG-Emissionen, Verschmutzungsparametern, Landnutzungsentwicklungen und weiterer Aspekte wesentlich detaillierter gestaltet ist als die noch im Vorgängerbericht genutzten RCP-Szenarien (*Representative Concentration Pathways*). Das aktuelle Szenarien-Set der *Shared Socioeconomic Pathways (SSPs)* verbindet die

Entwicklungen der genannten Größen innerhalb typischer Muster von Weltentwicklung (z.B. nachhaltige Welt SSP1 versus Welt basierend auf weitverbreiteten Emissionen aus fossilen Energieträgern SSP5) mit dem am Ende des 21. Jahrhunderts auf diesen Pfaden jeweils erreichten Niveaus des Strahlungsantriebs in W/m^2 . So bezeichnet *SSP1-1.9* ein Szenario, bei dem am Ende des 21. Jahrhunderts mit $1,9 W/m^2$ ein zusätzlich zur vorindustriellen Zeit dazukommender Strahlungsantrieb erreicht wird, der erlaubt, noch knapp unter $1,5$ Grad globaler Erwärmung zu bleiben. Hingegen führt *SSP5-8.5* auf zusätzliche $8,5 W/m^2$ am Ende des 21. Jahrhunderts, und auf eine Erwärmung von über 4 Grad im globalen Mittel gegenüber der vorindustriellen Zeit (*best estimate*: $4,4$ Grad).

Da der IPCC-Bericht verpflichtet ist, mit seinen Aussagen jeweils nicht das Feld der konkreten Entscheidungen für klimapolitische Zukunftspfade zu betreten, also keine Aussagen zu treffen, die in Hinsicht auf die konkrete klimapolitische Gestaltung einen präskriptiven Charakter haben könnten, äußert sich der Bericht auch nicht zu Wahrscheinlichkeiten, die mit der Realisierung der Szenarienfade verbunden sind. Er lässt allerdings mit der Angabe der für die jeweiligen Szenarienfade bzw. Erwärmungslevel noch verbleibenden CO_2 -Emissionsbudgets durchaus erkennen, wie steil jeweils die Herausforderungen an die Einhaltung von Temperaturlimiten sind. Es könnte allerdings sein, dass IPCC bei diesem Bericht von seiner Enthaltbarkeit bezüglich der Kommentierung des aktuellen klimapolitischen Weges in gewissen Grenzen abweichen wird, denn auf das Verhältnis aktueller Trends zu den Szenarienfaden, so die Ankündigung in diesem Teilbericht, soll der dritte Teilbericht über die Mitigation des Klimawandels eingehen (erwartet für 2022). Die Szenarien spannen in ihrer Gesamtheit das für die Zukunft theoretisch mögliche Spektrum an Pfaden der Menschheit auf.

Entwicklungen im Ozean

Im Ozean sind marine Hitzewellen, die etwa bei Warmwasser-Korallen zur Bleiche und zum Absterben dieser Lebensgemeinschaften beitragen, bereits in der Vergangenheit durch den Klimawandel mit hoher Verlässlichkeit häufiger geworden. Ebenso ist der Sauerstoffgehalt in vielen Ozeanregionen durch diesen Treiber zurückgegangen, und hat die Versauerung der Meere zugenommen. Das hat Konsequenzen für marine Organismen, deren Hülle oder Skelett aus Kalziumkarbonat besteht, da die Versauerung auch die Kalziumkarbonat-Sättigung reduziert. Viele marine Organismen haben sich polwärts verlagert oder in größere Tiefen, mit deutlichen Auswirkungen auf den Fischfang. Diese Prozesse werden sich mit zukünftigen Klimawandel weiter fortsetzen. Es besteht die Möglichkeit für disruptive Störungen in größeren marinen Ökosystemen.

Der Meeresspiegel stieg im Zeitraum 1901-2018 im Mittel mit einer Rate von $1,7$ mm/Jahr, aber zwischen 2006 und 2018 mit hoher Verlässlichkeit bereits mit $3,7$ mm/Jahr. Der Anstieg ist mit hoher Verlässlichkeit schneller als jemals innerhalb der letzten drei Jahrtausende. Die unter den Szenarienfaden jeweils mit Klimamodellen für die Zukunft projizierten weiteren Anstiege sind insofern noch durch besondere Unsicherheiten charakterisiert, als sie nicht Inlandeis-Prozesse berücksichtigen, deren Quantifizierung sehr unsicher ist. Dazu gehört etwa eine gegenüber den aktuellen Projektionen bereits früher erfolgende Desintegration von Schelfeisbereichen, oder ein abruptes und weitverbreitet einsetzendes Instabil-Werden von marinen Eisdecken oder von marinen Eis-Kliffs der Antarktis, oder eine größere als heute noch projizierte Eis- und Schmelzdynamik auf Grönland. Über das Jahr 2100 hinaus wird der globale Meeresspiegel mit hoher Verlässlichkeit noch für Jahrhunderte bis Jahrtausende aufgrund nur

langsamer Erwärmung und Expansion der Tiefenbereiche und fortgesetzter Schmelze von Inlandeismassen weiter ansteigen. Lässt man alle erwähnten zusätzlichen Unsicherheiten weg, so wird bis 2150 unter dem stärksten SSP5-8.5 Szenarienpfad ein Anstieg von 1,4 m relativ zur Referenzperiode 1995-2014 erwartet, bis 2300 ein Anstieg im Bereich des Spektrums 1,7 m – 6,8 m, wenn man noch nicht marine Eis-Kliff-Instabilitäten in der Antarktis berücksichtigt. Bezieht man jedoch diese Instabilitäten mit ein, so würde unter SSP5-8.5 der Anstieg des globalen Meeresspiegels bis zu 16 m betragen. Für den das 2-Grad-Limit einhaltenden Szenarienpfad SSP1-2.6 würde der Anstieg bis dahin, allerdings mit nur geringer Verlässlichkeit, nur bis zu maximal 3,1 m betragen. Sieht man Klimamodell-gestützt für 2000 Jahre in die Zukunft, so ergibt sich bis dahin bei einer maximalen Erwärmung von 5 Grad ein globaler Meeresspiegelanstieg von 19 – 22 m, hingegen bei einer maximalen Erwärmung von 2 Grad ein Anstieg von 2 – 6 m.

Irreversible und abrupte Änderungen

Wichtig finde ich auch die systematische Zusammenstellung derjenigen Änderungen im aktuellen Bericht, die in einer irreversiblen Weise durch den bis zu einem Zeitpunkt erfolgten Klimawandel ablaufen (Kipp-Punkte im Klimasystem), und der gegebenenfalls abrupt noch sich einstellenden Änderungen. Klar ist heute, dass sich die Zunahme der Wärmeenergie im Ozean selbst nach Szenarien mit geringen Treibhausgas(THG)-Emissionen, wie gerade diskutiert, noch für Jahrhunderte fortsetzen wird, entsprechend sogar für Jahrtausende auch der Anstieg des globalen Meeresspiegels selbst nach einem Stopp der THG-Emissionen (hohe Verlässlichkeit), und ebenso auch die allmähliche Ozeanversauerung durch die Lösung von CO₂ und anschließenden Verteilungsmechanismen. Es gibt begrenzte Evidenz dafür, dass die Eismassen über Grönland und der Westantarktis bei nachhaltigen Erwärmungsniveaus bereits zwischen 2 und 3 Grad über einen Zeitraum von Jahrtausenden hinweg komplett abschmelzen werden. Mit einiger Zuverlässigkeit zeigen Projektionen, dass dies bei Erwärmungsniveaus zwischen 3 Grad und 5 Grad passieren wird. Im Amazonasbecken wächst die Wahrscheinlichkeit, dass mit zunehmender Entwaldung durch den Menschen und der klimawandelbedingten Erwärmung dieses Ökosystem einen Kipp-Punkt hin zu einem Trockenheitsregime noch im 21. Jahrhundert überschreitet, allerdings ist die Unsicherheit dabei noch groß. Im Atlantik wird die thermohaline Zirkulation, auch AMOC (*Atlantic Meridional Overturning Circulation*) genannt, mit einiger Wahrscheinlichkeit zwar schwächer, aber innerhalb des 21. Jahrhunderts noch nicht kollabieren. Zur Unsicherheit gehört hier, dass ein unerwartet großer Schmelzwasser-Input aus Grönland einen solchen Kollaps auslösen könnte. In einem solchen Fall ergäben sich abrupte Änderungen bei den Witterungsabläufen und im hydrologischen Kreislauf, nicht nur für Europa, sondern auch etwa eine Südverschiebung der tropischen Regengürtel, eine Abschwächung der Afrikanischen und Asiatischen Monsunsysteme, sowie eine Stärkung der Südhemisphärischen Monsune. Auch mehrere starke Vulkanausbrüche, wie sie durchaus schon in der Vergangenheit aufgetreten sind, könnten den Verlauf der Klimaentwicklung gegenüber den Projektionen der SSP-Szenarienpfade erheblich ändern.

Etwas bessere Nachrichten kommen aus der Bewertung von paläoklimatologischen Forschungen über die Möglichkeit abrupter Wechsel im Klimasystem. Daten, die aus vorhergehenden Warmzeiten stammen, in denen es – aus anderen Gründen – mitunter etwas wärmer als heute auf der Erde war, können nicht belegen, dass es bei Erwärmungen bis zu etwa 2 Grad über der vorindustriellen Zeit der aktuellen Warmzeit zu abrupten Änderungen im Kohlenstoffkreislauf oder zu sprunghaften Änderungen bei der globalen Erwärmungsrate käme. Zwar kann es bei den biogeochemischen Kreisläufen in Antwort auf den Klimawandel auf regionalen Skalen mit

hoher Verlässlichkeit zu Jahrzehnte- oder Jahrhundert-weise abrupten Änderungen kommen. Das ist etwa beim großflächigen beschleunigten Tauen des oberflächennahen Permafrostbodens der Fall, da hierbei in den entsprechenden Regionen durch die aufkommende Aktivität der Biomassezersetzung die Treibhausgase Kohlendioxyd und Methan freigesetzt werden. Oder bei mit höherer Häufigkeit auftretenden starken Feuerwetterepisoden, wo durch die Feuer ebenfalls viel Kohlendioxyd regional freigesetzt wird. Daher gibt es durch solche Quasi-Schalter eine weitere Unsicherheit über die THG-Konzentrationen im weiteren Verlauf des 21. Jahrhunderts. Dazu gehört auch die Freisetzung von Methan aus Methanhydraten im Permafrost bzw. vom Meeresgrund. Der Bericht schätzt aber aus den wissenschaftlichen Veröffentlichungen ab, dass die anthropogenen Emissionen auch im 21. Jahrhundert mit hoher Verlässlichkeit die dominierende Unsicherheit für den weiteren Klimawandel bleiben.

Weitere Zukunftsprojektionen

Der IPCC-Bericht erwartet unter allen Szenarienpfaden für die Zukunft eine weitere Zunahme von Hitzeereignissen in beinahe allen bewohnten Lebensräumen, eine Ausweitung der von landwirtschaftlichen Dürren (Bodenfeuchtedefizit) betroffenen Gebiete, eine Zunahme von Frequenz und Intensität von Starkregenereignissen auf den meisten Kontinenten mit sehr großer Wahrscheinlichkeit. Auch kombinierte Extremereignisse, wie etwa Kombinationen aus Hitze-welle und Dürre, oder Überschwemmung aus der Kombination von Sturmflut und Starkregen oder Flussausuferung, haben bereits in einigen Regionen zugenommen und werden durch den Klimawandel weiter zunehmen. Weiterhin wird der Klimawandel den Lebensraum vieler biologischer Arten an Land weiterhin polwärts und auf größere Höhenlagen verschieben, und Störungen in den Ökosystemen, wie etwa durch Feuer und Baummortalität, steigern. Dies kann zu abrupten regionalen Änderungen führen.

Während man in der Antarktis über die letzten Jahrzehnte keinen signifikanten Trend bei Meer-eis beobachtet hat, hat das arktische Meereis über die letzten Jahrzehnte massiv abgenommen und wird zum saisonalen Zeitpunkt des Minimums nach allen Szenarienpfaden des IPCC-Berichts bereits vor 2050 auf einen Wert unter 1 Million km² Fläche absinken. Das bedeutet praktisch, dass die Arktis zu diesem saisonalen Zeitpunkt quasi eisfrei sein wird.

Realistische Perspektiven der Temperaturentwicklung und Mitigationsambition

Ob die Erwärmung auf dem Planeten einen gewissen Wert der globalen Mitteltemperatur erreicht oder überschritten hat, bemisst sich nicht an einem einzelnen Jahr oder wenigen Jahren, in denen dieser Wert, z.B. 1,5 Grad Erwärmung gegenüber dem vorindustriellen Niveau, erreicht oder überschritten wurde. Vielmehr wird dafür ein längerer, für klimatologische Aussagen relevanter Zeitraum benötigt, über den gemittelt ein solcher Wert der globalen Mitteltemperatur erreicht oder überschritten wird. Der neue IPCC-Bericht definiert dafür einen 20-Jahre Zeitraum. Bezieht man sich auf den ungefähren Mittelpunkt eines solchen 20-Jahre-Zeitraums, etwa auf das 10. Jahr, so liegt dieser Zeitpunkt, zu dem bei der zugehörigen 20-Jahre-Periode 1,5 Grad Erwärmung im Mittel überschritten wurde, nach allen Szenarienpfaden des IPCC spätestens in den frühen 2030er Jahren. Bei (fortgesetztem) Kurs auf dem SSP5-8.5-Pfad wird er schon in den 2020er Jahren gekommen sein. Man kann also folgern, dass die Menschheit dieses globale Temperatur-Niveau in jedem Falle erreichen wird. Bei dem schwächsten dieser

theoretischen Szenarienpfade, SSP1-1.9, würde die Erwärmung danach wieder leicht auf 1,4 Grad bis Jahrhundertende absinken, bei allen anderen wird die Temperatur danach weiter ansteigen.

Wir wissen aus der wissenschaftlichen Analyse, dass die Menschheit insgesamt mindestens bis 2020 sehr nahe beim stärksten theoretischen Emissions-Szenarienpfad (RCP8.5, ungefähr gleich mit SSP5-8.5) unterwegs war.³ Das bedeutet: die Menschheit emittiert derzeit in der Summe pro Jahr etwa 36 Gt CO₂ (Stand vor Corona, Global Carbon Project, 2020), wobei hier vor allem die Weltregionen Asien, Nordamerika und Europa beitragen. Um das 1,5-Grad-Limit einzuhalten, müssten insbesondere diese Weltregionen von 2020 an zusammengenommen einen steil nach unten führenden regressiven Emissionspfad beschreiten (IPCC, AR6, WG I, Technical Summary, Infographic TS.1: Climate futures). Man kann die unglaubliche Größe der Herausforderung an dem Restbudget für CO₂-Emissionen erkennen, das der Welt für die Zukunft noch zur Einhaltung des 1,5-Grad-Limits verbleibt, und somit dem SSP1-1.9-Pfad entspricht. Will man das 1,5-Grad-Limit mit 67% Wahrscheinlichkeit einhalten, so liegt dieses Restbudget bei 400 Gt CO₂, bei den hier oft herangezogenen 50% Wahrscheinlichkeit sind es noch 500 Gt CO₂. Das entspräche beim aktuellen Niveau der globalen Emissionen ohne Berücksichtigung von weiteren Unsicherheitsmargen etwas mehr als 11 bzw. knapp 14 weiteren Jahren ab 2020, dann wäre das Budget bereits verbraucht. Wir benötigen daher ein starkes regressives Absinken, um global zwischen 2050 und 2060 bei Netto Null CO₂ Emissionen zu sein. Der regressiv Pfad müsste insbesondere an seinem Beginn besonders steil nach unten führen, so dass 2030 die CO₂-Emissionen global annähernd halbiert sein müssten. Da die Welt und insbesondere die Hauptemittenten Asien, Nordamerika und Europa in ihren Strukturen und Sektoren heute noch stark auf die fossilen Energiequellen gegründet ist, ist die nötige Kraftanstrengung dafür, dass die Menschheit dieses enorm steile Umschalten der Energiegrundlage innerhalb weniger Jahre hinbekommen wird und wir das globale 1,5-Grad-Limit halten können, wohl größer als alles, was wir bisher an Umbruch der Energiebasis kennen. Auch wenn diejenigen, die sich mit dem Klimawandel beschäftigt haben, verstehen, dass die Vermeidung von dessen sich zunehmend entfaltenden Auswirkungen die äußerste Kraftanstrengung rechtfertigt, besteht solche Einsicht ja keineswegs bei allen Menschen und Regimen. Daher ist es alles andere als unvernünftig, infrage zu stellen, dass das 1,5-Grad-Limit, für das laut Paris-Vertrag Anstrengungen unternommen werden müssen, eingehalten werden kann.

Ausgehend vom Stichtag 1. Januar 2020 gibt IPCC AR6, WG 1, folgende verbleibende CO₂-Emissionsbudgets an, um mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit die in der linken Spalte genannten Limite des Temperaturanstiegs gegenüber der vorindustriellen Zeit einhalten zu können. Es handelt sich hier um die zentralen Schätzwerte, bei denen weitere Unsicherheiten, etwa aus den nicht-CO₂-THG-Komponenten (entspricht ca. ±220 Gt CO₂), sowie aus einigen weiteren Aspekten, nicht enthalten sind.

Anstieg der globalen Mitteltemperatur ggüb. Referenzperiode 1850-1900	CO ₂ -Restbudget ab 1. 1.2020 (50% Wahrscheinlichkeit f. Einhaltung Temperaturlimit)	CO ₂ -Restbudget ab 1. 1.2020 (67% Wahrscheinlichkeit f. Einhaltung Temperaturlimit)
1,5 Grad	500 Gt CO ₂	400 Gt CO ₂
1,8 Grad	1.000 Gt CO ₂	850 Gt CO ₂
2,0 Grad	1.350 Gt CO ₂	1.150 Gt CO ₂

³ Schwalm, C.R., et al., 2020: RCP8.5 tracks cumulative CO₂ emissions. PNAS 117/33, 19656-19657.

Ich stelle mir einen für den Klimaschutz engagierten Menschen vor, der zu einer solchen skeptischen Einschätzung gelangt ist – wäre für diesen Menschen dann nicht bereits zu viel verloren, und sollte er dann nicht der oft politisch geäußerten 1,5-Grad-Ambition als einem realitätsfernen Trugbild widersprechen? – Ich denke nicht, dass dies der Sache des Klimaschutzes zum gegenwärtigen Zeitpunkt helfen würde. Die IPCC-Berichte unter Einschluss des aktuellen zeigen auf, dass die Risiken und gegebenenfalls katastrophalen Auswirkungen geringer sind, je geringer die noch eingehaltene globale Mitteltemperatur zum Ende des 21. Jahrhunderts ausfällt. Die Menschheit benötigt die höchstmögliche Ambition, da jedes weitere Zehntel Grad auch mehr Risiko und in immer mehr Regionen einschneidende Auswirkungen bedeuten wird. Daher verstehe ich das 1,5-Grad-Limit bzw. die etwas weniger harsche Begrenzung „deutlich unter 2 Grad“ nicht so sehr vordergründig als Temperaturenaussage, sondern als Label für *höchstmögliche klimapolitische Ambition* – sofern die dabei avisierten Größenordnungen auch die von IPCC vorgegebenen Randbedingungen des dafür verbleibenden globalen Emissionsbudgets im Rahmen der Unsicherheiten berücksichtigen.⁴ Und hohe Ambition ist in jedem Falle richtig, denn wir werden jede mobilisierbare klimapolitische Ambition und freilich auch möglichst konsequente Umsetzung benötigen, um am Ende des 21. Jahrhunderts nicht bei weit mehr als 2 Grad herauszukommen. Schon die Vergangenheit zeigte deutlich, wie schwer Umsetzungslücken der klimapolitischen Ambition im gesamten System vermeidbar sind, selbst in einem hoch entwickelten Land wie Deutschland.⁵ Dieses Problem wird bei gesteigerter klimapolitischer Ambition voraussichtlich nicht kleiner. Es gibt hierzulande massive Interessenkonflikte, jahrelange Genehmigungsverfahren für Anlagen der Erneuerbaren Energien, Defizite z.B. bei überzeugenden nichtfossilen Heizalternativen, etwa beim Ersatz bestehender Öl- und Gasheizungen im Wohnungsbestand, die Notwendigkeit weiterer technologischer Innovationen, sowie die Herausforderung einer sozialen Begleitung der notwendigen Renovierungen und Investitionen bei privaten Haushalten, um nur einiges herauszugreifen. Zu einer realistischen Haltung gehört es, Umsetzungsverzögerungen und -lücken nicht auszuschließen – wenn sie auch umgekehrt nicht als Möglichkeit gegenüber der Politik von vorneherein eingeräumt werden dürfen. Daher würde ich vor dem Hintergrund des mit IPCC gegebenen Klimawandel-Wissens eine möglichst hohe klimapolitische Ambition niemals kritisieren, sofern ihre Ableitung aus einem Budget-Ansatz auf IPCC-Grundlage im Rahmen der Unsicherheiten Sinn macht, auch wenn die Einhaltung des damit verbundenen Temperaturlimits nicht zuletzt aufgrund von Umsetzungslücken, zu knapper Zeit und weiterer Unsicherheiten sehr skeptisch gesehen werden kann.⁶ Genau besehen impliziert eine solche hohe Ambition auch der Beschluss des Bundesverfassungsgerichts zum deutschen Klimaschutzgesetz vom 24. März 2021, nach dem die zukünftigen Freiheitsrechte weder durch nach 2030 intransparente und potenziell in die Zukunft verschobene Emissions-Reduktions-Verpflichtungen, noch durch die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen durch Auswirkungen des Klimawandels in der Zukunft ungebührlich eingeschränkt werden dürfen.

⁴ Hier gibt es beim Herunterbrechen auf ein Land einen Wettbewerb unterschiedlicher Berechnungsmodelle, siehe Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), 2020: Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa – Umweltgutachten 2020. Darin: Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO₂-Budget, S. 33ff. Der Sachverständigenrat favorisiert mit guten Gründen ein Modell gleicher zukünftiger Emissionsrechte aller Menschen.

⁵ Siehe Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), 2020. Darin: S. 33ff: Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO₂-Budget, S. 75f: Kasten 2-4: Klimapolitische Zielverfehlungen Deutschlands und ihre finanziellen Folgen.

⁶ Im Verlauf der nächsten Jahre könnte es dann, eventuell angeleitet durch weitere Berichte des IPCC, gegebenenfalls notwendig und stärker als heute evident sein, auch das klimapolitisch gebotene globale Temperaturlimit vor dem Hintergrund der bereits eingetretenen Entwicklungen in dann realistischer Weise neu zu fassen, freilich unter der Maßgabe der zu diesem Zeitpunkt größtmöglichen Ambition.

© Eberhard Faust, *Transformateure* 2021

Nachdruck mit Quellenangabe möglich und erwünscht:

Eberhard Faust (2021): Verlässliche Warnbotschaften des Weltklimarats – was folgt aus diesem Wissen? München / Bamberg: Transformateure. <https://transformateure.org>

Eberhard Faust war Forschungsleiter zu Klimarisiken und Naturgefahren, Munich Re, München. Er war als Leitautor am Fünften Sachstandbericht des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change / IPCC) von 2013/14 beteiligt.

Transformateure
Akteure der großen Transformation