

KOHLENSTOFF-BUDGETS FÜR 1,5° & 2° CELSIUS

KURZNOTIZ

FEBRUAR 2021

ZUSAMMENFASSUNG

- Die Kohlenstoffbudgets des Weltklimarats (IPCC) unterschätzen die aktuelle und zukünftige Erderwärmung, lassen wichtige Rückkopplungsmechanismen des Klimasystems unberücksichtigt und treffen gefährliche Annahmen in Bezug auf das Risikomanagement
- Eine Erwärmung um 1,5°C bis 2030, oder früher, ist wahrscheinlich und ist ein Produkt früherer Emissionen.
- Für das 1,5°C-Ziel gibt es kein Kohlenstoffbudget mehr. Solche „Budgets“ schießen über reale Ziele hinaus, basierend auf unrealistischen Abhängigkeiten von spekulativen Technologien.
- Die derzeitigen Konzentrationen an Treibhausgasen reichen für eine Erwärmung von mindestens 2°C, oder mehr.
- 2°C Erwärmung sind alles andere als ‚sicher‘ (gesellschaftlich & ökologisch-tragbar) und können das sogenannte „Treibhaus Erde“ Szenario auslösen.
- Auf der Grundlage eines vernünftigen Risikomanagementansatzes, gibt es kein verbleibendes Kohlenstoffbudget für 2°C.
- Selbst wenn man das Kohlenstoffbudget des IPCC für 2°C zum Nennwert akzeptiert würde, müssten die Emissionen der Industrieländer mit höheren Pro-Kopf-Emissionen vor 2030 bei Null angekommen sein.

“Das allgemein-bekanntes Konzept der kumulierten Kohlenstoffquote birgt mehrere, erhebliche Unsicherheiten, von denen viele nicht vollständig gewürdigt werden, und diese schränken den Nutzen des Quotenkonzepts im politischen Raum stark ein“ ... die bestehenden, großen Unsicherheiten bezüglich des Konzepts der Quoten oder Anteile am Kohlenstoffbudget „stellen dessen Nutzen im Bereich des politischen Handelns stark in Frage.“ – Glen Peters

Peters, 2016, *Nature Climate Change* 6:646–649.

1. KEIN VERBLEIBENDES KOHLENSTOFF BUDGET FÜR 1,5°C

- **Ein Erwärmungstrend auf 1,5°C bis 2030, oder früher, ist wahrscheinlich** (Jacob et al., 2020, *Earth's Future* 6:264-285; Xu et al., 2018, *Nature*, 5 December; Henley and King, 2017, *Geophys. Res. Lett.* 44:4256- 4262). Die neuesten Klimamodelle zeigen, unabhängig vom Emissionspfad, eine Erwärmung auf 1,5°C bis 2025-27 (Tebaldi et al., 2020, *Earth System Dynamics*, 16. September, Vordruck). Ein Erreichen von 1,5°C bis 2030 wäre faktisch ein Jahrzehnt früher als vom IPCC vorhergesagt (Xu et al., 2018, *Nature*, 5. Dezember).
- **Es gibt kein Budget mehr für 1,5°C:** Sagt Michael E Mann über das Kohlenstoffbudget: „Und was ist mit der Stabilisierung von 1,5°C? Wir haben das bereits **überzeichnet**!“ (Mann, 2015, *Huffington Post*, 23. Dezember). „In der Literatur gibt es keine Szenarien, bei denen die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass die Erwärmung während des gesamten 21. Jahrhunderts auf unter 1,5°C begrenzt wird“ (Rogelj et al., 2015, *Nature Climate Change* 5: 519–527).
- **„Überschießen“:** Veröffentlichte Szenarien zur Emissionsreduzierung für 1,5°C beinhalten ein deutliches „Überschießen“ (Überschreiten) des Ziels über mehrere Jahrzehnte, bevor das Ziel dann bis 2100 wieder erreicht wird. Die schädlicheren Auswirkungen und das Risiko, nichtlineare Ereignisse auszulösen, welche mit einem höheren Maß an Erwärmung über mehrere Jahrzehnte verbunden wären, werden in den ‚Überschuss-Szenarien‘ heruntergespielt oder ignoriert.
- **Die Kohlenstoffbudgets für 1,5°C sind hochspekulativ** und gehen von unrealistisch großen Mengen an entzogenem („Drawdown“) Kohlenstoff aus, der in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts durch BECCS, einer nicht nachweislich effektiven Technologie, mit unklarer Skalierbarkeit und Kosten, erzielt werden soll. (Anderson & Peters, 2016, *Science* 354: 182-183).

Zusammenfassung: Eine Erwärmung um 1,5°C bis 2030 oder früher ist wahrscheinlich und zwar unabhängig davon welche Maßnahmen in der Zwischenzeit ergriffen wurden. Dies ist ein Produkt früherer Emissionen und wird in den nächsten zehn Jahren unabhängig vom Emissionspfad eintreten. Für 1,5°C gibt es kein verbleibendes Kohlenstoffbudget.

1,5°C Fall-Studien

- **Der Synthesebericht des fünften IPCC Assessment Reports** (Working Group 1; Tabelle 2.2) zeigt ein Kohlenstoffbudget für 1,5°C von 400 Gigatonnen (GT) Kohlendioxid (CO₂), für den Zeitraum von 2011 bis 2100 (bei 66% Chance auf Erfolg). Die Emissionen für den Zeitraum 2011-2019 überstiegen allerdings 400 GT CO₂, sodass das Budget schon 2020 faktisch auf Null reduziert wurde.
- Der **IPCC-Sonderbericht 2018** zur globalen Erwärmung von 1,5°C, erhöhte das Budget für 1,5°C, indem er die **bisherige Erwärmung um etwa 0,2°C** unterschätzte und eine Schätzung der Klimasensitivität - TCRE oder vorübergehende Klimareaktion - verwendete, die **die Erwärmung bei Systemgleichgewicht ebenfalls unterschätzte**. Dies erzeugte die Illusion eines Budgets, wenn es faktisch keines gab. *“Wir sind näher an den Schwellenwerten von 1,5°C und 2°C, als sie [der IPCC] angeben und unser verfügbares Kohlenstoffbudget ... ist erheblich kleiner als sie implizieren ... sie zeichnen ein übermäßig rosiges Szenario, indem sie einige relevante Veröffentlichungen ignorieren”,* sagte Michael E Mann (Waldman, 2018, 'New climate report actually understates threat, some researchers argue', *Science*, 12. October).

2. AEROSOLE VERSCHLEIERN GEFÄHRLICHE ERWÄRMUNG

- **Reduzierte Aerosole:** Die aktuelle Erwärmung beträgt ca. 1,2°C, aber weitere 0,5°C, oder mehr, werden durch kurzlebige kühlende Aerosole quasi maskiert oder verschleiert (Samset et al., 2018, *Geophys. Res. Lett.* 45: 1020-1029). Sulfat-Aerosole sind ein Nebenprodukt der Verbrennung fossiler Brennstoffe und wirken sich stark kühlend aus und haben somit einen Teil der bisherigen Erwärmung maskiert. Mit abnehmendem Verbrauch fossiler Brennstoffe sinkt allerdings auch diese Aerosol-Kühlung, so dass auch niedrigere Emissionen von Treibhausgasen in den nächsten zwei Jahrzehnten den Erwärmungstrend nicht aufhalten werden (Samset et al., 2018, *Geophys. Res. Lett.* 45: 1020-1029).
- **Die Erde hat bereits mehrere klimatische Kippunkte überschritten:** für Korallenriffe, arktisches Meereis und einige antarktische Gletscher. Weitere Kippunkte könnten bei geringer weiterer Erwärmung ausgelöst werden, und es könnte zu einer ganzen Reihe abrupter Verschiebungen im Bereich zwischen 1,5°C und 2°C kommen (Lenton et al., 2020, *Nature* 575: 592-595). Der IPCC hat einige sogenannte „Gründe zur Besorgnis“ identifiziert, darunter „großflächige, singuläre Ereignisse“, zu denen Kippunkte für wichtige Elemente des Erdsystems - wie z.B. das polare Seeis, der Permafrost, die borealen Wälder und das Amazonasgebiet - gehören. Sollten diese Kippunkte ausgelöst werden, könnte eine irreversible und dauerhafte Erwärmung die Folge sein. Das Risiko solcher „singulären Ereignisse“ im Bereich zwischen 1,5 und 2°C wird als „mäßig“ eingestuft.
- **Die globale Temperatur befindet sich auf einem Pfad in Richtung 3-5°C Erwärmung bis 2100** und folgt damit dem Hoch-Emissions-Pfad RCP8.5. Unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen stellt RCP8.5 auch das wahrscheinlichste Szenario bis in die Mitte dieses Jahrhunderts dar (Schwalm et al., 2020, *Proc. Nat. Acad. Sci.* 117:19656-19657).
- **2°C könnte das sogenannte "Hothouse Earth" Szenario auslösen**, indem klimatische Rückkopplungsmechanismen und ihre gegenseitigen Wechselwirkungen, das Klima des Erdsystems an einen ‚Punkt-ohne-Wiederkehr‘ treiben, wodurch eine weitere Erwärmung quasi selbsttragend wird. (Steffen et al., 2018, *Proc. Nat. Acad. Sci.* 115:8252-8259).

Zusammenfassung: Die Welt bewegt sich wahrscheinlich gerade in eine Phase der beschleunigten Erwärmung. Die Verringerung der Emissionen wird diesen Trend über die nächsten 20 bis 25 Jahren kaum oder gar nicht beeinflussen. Die bedrohliche Nähe weiterer klimatischer Kippunkte macht dies zu einem akuten Problem, da eine 2°C Welt alles andere als sicher ist.

3. NULL EMISSIONEN VOR 2030 FÜR DAS 2°C ZIEL

- **Die Welt muss bis 2030 emissionsfrei sein** um das 2°C-Ziel zu erreichen. Diese Aussage basiert auf drei Annahmen: 1. Kosten der Klimaschutzmaßnahmen sind nicht höher als 3% des BIP; 2. Kein Geoengineering; 3. Die Klimasensitivität ist nicht gering (Lamontagne et al., 2019, *Nature Climate Change*, 9: 290-294).
- **Die Budgets für europäische Länder müssen schon vor 2030 bei Null liegen.** Die Zusammenführung des IPCC-Kohlenstoffbudgets für eine realistische Chance auf 2°C und der Eigenkapitalsteuerung von Paris, ergibt ein Kohlenstoffbudget für Industrieländer von 95 bis 136 Milliarden Tonnen CO₂ (ab 2020). Für Großbritannien wäre dieser Anteil in 7 bis 9 Jahren verbraucht (basierend auf den Emissionsdaten für 2018), im Fall Schwedens ergäbe sich ein ‚Reichweite‘ von 6-8 Jahren (Anderson & Stoddard, 2020, *The Ecologist*, 8. Juni).
- **Von den Industrieländern sind zweistellige, jährliche Emissionsminderungsraten erforderlich.** Ohne den Glauben an den erfolgreichen Einsatz von Technologien für negative Emissionen in einem planetaren Maßstab, sind von den Industrieländern, ab 2020, zweistellige jährliche Minderungsraten erforderlich, wenn ihre Politik an den Temperaturverpflichtungen und den Grundsätzen der Gerechtigkeit des Pariser Abkommens ausgerichtet sein soll (Anderson et al., 2019, *Climate Policy* 10: 1290-13040).

Zusammenfassung: Für Industrieländer müssen die Emissionen bis 2030, oder früher, bei Null liegen. Es ist wahrscheinlich dass diese Richtlinie für die ganze Welt Gültigkeit hat.

4. AKTUELLE KONZENTRATION VON KLIMAGASEN REICHT FÜR 2°C ODER MEHR

- Das Ungleichgewicht in der Bilanz der Erdenergie beträgt aktuell **0,6–0,75°C** (von Schuckmann et al., 2020, *Earth System Science Data* 12: 2013–2041). Addiert man die bisherige Erwärmung von 1,2°C dazu, beträgt die erwartete Erwärmung demnach 1,8–1,95°C basierend auf dem aktuellen Treibhausgasgehalt der Atmosphäre.
- Auf Basis des Treibhausgasgehalts im Jahr 2019 und bei Verwendung von CMIP6-Modellen ergibt sich **eine Erwärmung die höher als 2°C ausfallen könnte**. (Huntingford et al, 2020, *Climatic Change* 162:1515–1520).

Zusammenfassung: Wenn der derzeitige Treibhausgasgehalt für eine Erwärmung um 2°C ausreicht, wie kann dann noch ein erhebliches Kohlenstoff-Restbudget für dieses Ziel vorhanden sein?

5. DER IPCC ÜBERSCHÄTZT DAS KOHLENSTOFF-BUDGET

- Der IPCC unterschätzt die aktuelle Erwärmung um **0,3°C**. Dadurch halbiert sich das Kohlenstoffbudget für 2°C (Schurer et al, 2018, *Nature Geoscience*, 11, 220-221)
- **Klimamodelle schließen wichtige Systemrückkopplungen aus**. Bisher gingen die Klimamodelle, die zur Prognose der zukünftigen Erwärmung und zur Berechnung der Kohlenstoffbudgets in IPCC-Berichten verwendet werden, von einer Erwärmungsempfindlichkeit von ~3°C aus (für eine Verdoppelung von CO₂), wobei Faktoren wie „langsame“ Rückkopplungen (aus Kohlenstoffspeichern wie dem Permafrost) und Albedo-Veränderungen (Reflexionsvermögen) ausgeschlossen werden. *„Die Gefahr, diese großen Risiken [Rückkopplungen] wegzulassen, besteht darin, dass die politischen Entscheidungsträger das Ausmaß und die Dringlichkeit der Situation dadurch unterschätzen“*, sagt Bob Ward vom Grantham Research Institute on Climate Change. (Waldman, 2018, 'New climate report actually understates threat, some researchers argue', *Science*, 12 October). Rückkopplungen des Kohlenstoffkreislaufs könnten zu einer um bis zu 25% höheren Erwärmung führen als in den wichtigsten IPCC-Projektionen ausgewiesen. (Hausfather & Betts, 2020, 'How 'carbon-cycle feedbacks' could make global warming worse', *Carbon Brief*, 14 April). Bei einer Verdopplung des CO₂ Gehalts und unter Berücksichtigung aller Risiken, ergibt sich eine Erwärmung von 5–6°C und zwar für eine ganze Reihe klimatischer Zustände von schmelzenden Gletschern bis hin zu einer eisfreien Antarktis (Hansen et al, 2008, *Open Atmospheric Science Journal* 2:217-231; Palaeosens Project Members, 2012, *Nature* 491:683–69).
- **Permafrost-Feedback reduziert das Kohlenstoffbudget**. Unter Berücksichtigung der Emissionen aus dem auftauendem Permafrost, reduziert sich das verbleibende Restbudget für die Einhaltung des 2°C-Ziels um 8% (1–25%). Wenn das Ziel vermieden wird, und negative Nettoemissionen sich als machbar herausstellen, reduziert sich Restbudget um 13% (2–34%), sollte dies nicht der Fall sein, sogar um 16% (3–44%). Für das 1,5°C-Ziel liegen die durchschnittlichen Reduzierungen des verbleibenden Budgets zwischen ~10% und mehr als 100% (Gasser et al, 2018, *Nature Geoscience* 11:830–835).
- **Modelle unterschätzen die Erwärmung**. Die Modelle, welche die aktuellen Bedingungen am besten erfassen (die sogenannten „Beobachtungs-bezogenen“ Vorhersagen), kalkulieren 15% mehr Erwärmung bis 2100, als vom IPCC vorhergesagt. Dadurch reduziert sich das „Kohlenstoffbudget“ für das 2°C-Ziel ebenfalls um etwa 15%. (Brown & Caldeira, 2017, *Nature* 552:45-50).

Zusammenfassung: Die IPCC-Kohlenstoffbudgets überschätzen das Kohlenstoffbudget und stellen keine verlässliche Grundlage für die Gestaltung politischer Maßnahmen dar.

6. DIE KOHLENSTOFF-BUDGETS DES IPCC BEINHALTEN NICHT TRAGBARE RISIKEN

- **Schlechtes Risikomanagement:** Die Kohlenstoffbudgets des IPCC sind häufig mit einer 50- oder 66-prozentigen Wahrscheinlichkeit verbunden, das Ziel nicht zu erreichen. Derartige Wahrscheinlichkeiten eines Scheiterns, finden sich beispielsweise im fünften Bewertungsbericht des IPCC und dem Sonderbericht 2018 über die globale Erwärmung von 1,5°C. Wir würden diese Risiken eines Scheiterns in unserem eigenen Leben niemals akzeptieren. Warum sollten wir sie für Auswirkungen akzeptieren die unsere Zivilisation, wie wir sie kennen, zerstören könnten?
- **Das Risiko eines „fetten Schwanzes“ wird unterschätzt.** Ein Modell, welches eine Erwärmung von 2°C vorhersagt, beinhaltet auch eine Wahrscheinlichkeit von ca. 10% für eine Erwärmung auf 4°C (based on Wagner & Weitzman, 2015, *Climate Shock: The economic consequences of a hotter planet*, Princeton NJ, Princeton University Press). Ebenso haben Szenarien mit einer 50-prozentigen Chance auf Einhaltung des 1,5°C-Ziels noch eine 33-prozentige Chance einer Erwärmung von 2°C zu überschreiten und immer noch eine Wahrscheinlichkeit von 10%, dass die Erwärmung 3°C überschreitet. Solche Risiken sind nicht akzeptabel.
- **Es gibt kein Kohlenstoffbudget für das 2°C-Ziel,** wenn ein umsichtiger Risikomanagementansatz gewählt wird, bei dem die Möglichkeiten von großen Schäden und Ereignissen im Extrembereich berücksichtigt werden und der Fokus nicht nur auf den durchschnittlichen Wahrscheinlichkeiten liegt. (Spratt, 2015, *Recount: It's time to do the math again*, Breakthrough, Melbourne).
- **Der Klimawandel ist ein existenzielles Risiko für die menschliche Zivilisation,** dass heißt für die heutige Gesellschaft (Lenton et al, 2020, *Nature* 575:592-595).
- **Dies erfordert besondere Vorsichtsmaßnahmen,** die über ein herkömmliches Risikomanagement hinausgehen, um die erhöhte Wahrscheinlichkeit von „Fat Tail“-Risiken (sehr hohen Risiken) angemessen behandeln zu können. Die IPCC-Kohlenstoffbudgets tun dies aktuell nicht. (Spratt and Dunlop, 2018, *What Lies Beneath*, Breakthrough, Melbourne).
- **Es müssen vorbeugende Maßnahmen getroffen werden,** um sicherzustellen dass keine klimatischen Kipppunkte, die mit katastrophalen Folgen verbunden wären, ausgelöst werden. Dies unterstreicht die Bedeutung der Erreichung der Netto-Nullemissionen bis 2030.

Zusammenfassung: Die IPCC-Kohlenstoffbudgets sind rücksichtslos im Umgang mit Risiken. Wenn ein umsichtiger Risikomanagementansatz gewählt wird, gibt es kein Kohlenstoffbudget für das 2°C-Ziel. Dies unterstreicht die Bedeutung der Erreichung von Netto-Nullemissionen vor 2030.

Autoren: David Spratt & Ian Dunlop