

Kapitel 1

Die Top Ten der Klimanachrichten aus dem Jahr 2020

»Das Klimasystem ist wie ein großes Schwungrad. Es hat viel Masse. Wenn wir es einmal in Schwung gebracht haben, dann dreht es sich weiter. Das heißt, wir können bestimmte Dinge dann nicht mehr stoppen – auch nicht mit Technologie.«

Professor Detlef Stammer,
Leiter des Weltklimaforschungsprogramms (WCRP)¹

Diese neuen Zwanziger Jahre sind das kritische Jahrzehnt für den Kampf gegen die Erderwärmung. Denn wenn wir in den nächsten zehn Jahren nicht erfolgreich Klimaschutzmaßnahmen umsetzen, wird es immer schwieriger werden, den Temperaturanstieg auf die international vereinbarten Ziele von 1,5 oder 2 Grad zu begrenzen. Dieses Kapitel bietet eine Übersicht über die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Klimaforschung am Anfang des zweiten Jahrzehnts des 21. Jahrhunderts.

Januar 2021:

Der Bericht *10 New Insights in Climate Science 2020*² mit den zehn wichtigsten Erkenntnissen der Klimawissenschaft aus dem Jahr 2020 erscheint. 57 führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der ganzen Welt haben diese Höhepunkte aus dem Wissenschaftsjahr 2020 ausgewählt. Sie sollen Entscheidungsträgern in der Politik und in der Wissenschaft eine Orientierung ermöglichen. Der Katalog reicht von neuen Untersuchungen zu Treibhausgasen, über Fakten zum Zusammenhang von Klimawissenschaft und Corona-Pandemie bis hin zur Forderung, einen neuen Welt-Vertrag für den Kampf gegen globale Krisen zu schließen.

Detlef Stammer, der Leiter des Weltklimaforschungsprogramms (WCRP), der den Bericht mit vorstellt, beschreibt, warum der Katalog eine wichtige Rolle für politische und wirtschaftliche Entscheidungen spielen sollte: »Um mit den Folgen des Klimawandels zurechtzukommen, brauchen wir genaues Wissen, wie das Klimasystem funktioniert. Wir müssen Informationen über regionales und lokales Geschehen des Klimawandels und seiner Auswirkungen bekommen, die uns dabei helfen zu handeln.«³

Der Bericht enthält, wie erwartet, schlechte Nachrichten. Aber er beschreibt auch überraschend hoffnungsvolle Aussichten. Fangen wir mit den schlimmen Nachrichten an, bevor wir zu den hoffnungsvollen kommen.

Top 1: Die Treibhausgasausstöße müssen schneller sinken

Der Grund dafür ist ein zentraler Zusammenhang in der Klimawissenschaft und heißt *Klimasensitivität*. Klimasensitivität bedeutet: Wenn die Menge an Kohlendioxid in der Luft ansteigt, steigt in einem fast linearen Verhältnis auch die Lufttemperatur an. Diese Erkenntnis ist über 120 Jahre alt. Denn bereits 1896 hat der schwedische Forscher Svante Arrhenius diesen Zusammenhang beschrieben und berechnet. Allerdings kann die Höhe des Temperaturanstiegs nicht exakt bestimmt werden. Der Wert wird deswegen in einem Schwankungsbereich angegeben, der bislang auch noch recht groß war. Bisher lautete die wissenschaftliche Aussage, dass bei einer Verdopplung der Kohlendioxidkonzentration in der Luft die Lufttemperatur in einem Bereich zwischen mindestens 1,5 Grad bis maximal 4,5 Grad Celsius ansteigt. Noch einmal anders formuliert: Die Klimasensitivität liegt zwischen 1,5 bis 4,5 Grad.

Um diesen Schwankungsbereich wurde und wird heftig gestritten. Welche Angabe kommt der Wirklichkeit am nächsten? Liegt der Wert nicht doch eher nur bei 1,5 Grad – dann wäre die Erwärmung nur gering. Oder liegt der Wert eher bei über 4 Grad – dann wäre sie sehr hoch. Warum dies eine Gretchenfrage ist, erklären die bekannten deutschen Klimawissenschaftler Hans Joachim Schellnhuber und Stefan Rahmstorf so: »Die Klimasensitivität sagt uns nämlich, welchen Klimawandel wir in Zukunft zu erwarten haben, wenn wir einen bestimmten Anstieg der CO₂-Konzentration verursachen.«⁴ Man könnte sagen, die einen wollen abwiegeln, die anderen alarmieren. Sodass jeder gerne den Wert nimmt, der zu seiner Denkart passt. Die neuen Erkenntnisse konnten den Schwankungsbereich nun deutlich verringern. Wenn der Kohlendioxidgehalt in der Luft sich verdoppelt, dann steigt die Lufttemperatur zwischen 2,3 Grad und 4,5 Grad an. Wir wissen jetzt, dass sie sich um *mindestens* 2,3 Grad erhöht. Der untere Wert, 1,5 Grad, ist aus dem Rennen.

Die Klimasensitivität wird an anderen Stellen auch *Gleichgewichts-Klimasensitivität* genannt, um auszudrücken, dass es eine Zeit lang dauert, bis sich ein neues *Gleichgewicht* zwischen der verdoppelten Kohlendioxidkonzentration und der neuen Lufttemperatur eingestellt hat. Das kann Jahrzehnte oder Jahrhunderte dauern. Denn die Temperaturerhöhung reagiert erst mit Verzögerung auf die Kohlendioxidenerhöhung.⁵

Was bedeutet das aber für die Aussage, dass die Treibhausgasausstöße noch schneller sinken müssen, um die Pariser Klimaziele zu erreichen? Aus dem neuen Schwankungsbereich für die Temperaturerhöhung ergibt sich natürlich, salopp gesagt: Es wird wärmer pro zusätzlicher Einheit CO₂ in der Luft. Die Temperaturerhöhung ist größer.

Im Umkehrschluss heißt das, dass wir weniger in die Luft entlassen dürfen als bisher gedacht, weil die »Heizwirkung« von CO₂ doch höher ist. Um eine bestimmte Temperaturerhöhung *nicht* zu überschreiten, darf nicht mehr so viel ausgestoßen werden. Anders gesagt: Sinken die Ausstöße der Treibhausgase nur mäßig, werden die Pariser Klimaziele nicht erreicht. Die Einsparungen von CO₂ müssen höher sein, um ein gegebenes Temperaturziel einzuhalten oder nicht zu übersteigen.

Die Pariser Klimaziele sind nicht nur, aber auch Temperaturziele. Die globale Erwärmung soll auf 1,5 Grad und maximal 2 Grad zum vorindustriellen Niveau, also der Zeit vor dem Beginn der Industrialisierung, begrenzt werden. Um das zu erreichen, müssen die Treibhausgase, die jedes Jahr neu in die Luft gelangen, begrenzt werden. Das gilt für alle Treibhausgase. Aber da Kohlendioxid besonders wichtig ist, liegt das Augenmerk vor allem auf seiner Begrenzung (siehe Infobox [Kohlenstoffdioxid, Kohlendioxid, CO₂ ist ...](#)). Doch stattdessen ist die Entwicklung seiner Ausstöße seit 1750 global immer nur steigend.

Kohlenstoffdioxid, Kohlendioxid, CO₂ ist ...

- das wichtigste Treibhausgas für den Klimawandel,
- für rund zwei Drittel des weltweiten Temperaturanstiegs verantwortlich⁶ und
- mit rund 88 Prozent das mit Abstand wichtigste Treibhausgas in Deutschland. (Weltweit verursacht CO₂ 66 Prozent der Erwärmung. In Deutschland ist sein Anteil höher, weil wir als Industrieland im weltweiten Vergleich weniger Emissionen aus der Landwirtschaft haben.)

Warum ist das so?

Weil das Gasteilchen CO₂ besondere chemische und physikalische Eigenschaften hat:

- Sonnenstrahlung, die vom Weltall kommend auf die Erde fällt, wird von CO₂ »durchgelassen«. → Sie gelangt auf die Erdoberfläche und erwärmt sie.
- Wärmestrahlung, die vom Erdboden ausgehend in das Weltall zurückstrahlt, wird von CO₂ »festgehalten«. → Die Luft enthält nun mehr Wärmestrahlung als vorher und heizt sich auf.

Das ist der Treibhauseffekt.

- CO₂ hat eine hohe Verweildauer in der Luft. → Wenn die Emissionen weitergehen, vervielfachen sich die Gasteilchen in der Luft.

Warum ist es so schwer, CO₂ zu reduzieren?

Weil bei jedem Kilogramm oder jeder Tonne Kohle, jedem Liter Öl oder Gas, das verbrannt wird, CO₂ entsteht und in der Luft *bleibt*.

- Pro Tonne Braunkohle aus Deutschland, die verbrannt wird, entsteht etwa eine Tonne Kohlendioxid.⁷
- Weltweit steigen die Emissionen pro Jahr um ein Prozent.

Im Jahr 2019 waren das:

- 42 Milliarden Tonnen (Gigatonnen) CO₂-Emissionen weltweit
- ca. 36 Gigatonnen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe

- ca. 6 Gigatonnen aus der Änderung der Landnutzung (u. a. Zerstörung von Wald und Naturflächen)⁸

Eine Übersicht über alle wichtigen Treibhausgase bietet die [Tabelle 3: Treibhausgase im Profil](#).

Vor der Industrialisierung lag die weltweite Konzentration von CO₂ in der Luft bei knapp 280 parts per million (ppm). Das heißt, 280 Teile von 1 Million Teilen Luftgase waren CO₂ – daneben enthält die Luft auch andere Gasteilchen wie Sauerstoff oder Stickstoff. Die Menge der CO₂-Teilchen in der Luft steigt seit der Industrialisierung durch die zunehmende Verbrennung der fossilen Brennstoffe Kohle, Öl und Erdgas immer mehr an. Hinzu kommen heute auch noch das Abbrennen der Wälder und andere vom Menschen ausgelöste Prozesse. Da CO₂ eine lange Verweildauer in der Luft hat, addieren sich die Ausstöße oder Emissionen Jahr für Jahr zu einem immer höheren Wert. Zu den bereits in der Luft »wohnenden« CO₂-Teilchen kommen immer mehr »Neuankömmlinge« dazu, aber keine wandern ab. Das heißt, es wird immer enger. Die CO₂-Konzentration nimmt immer mehr zu.

Als Referenzpunkt für den CO₂-Anstieg wird der Wert aus der Zeit vor der Industrialisierung, also um 1750, genutzt. Warum? Weil nicht der natürliche CO₂-Gehalt der Luft von Interesse ist, sondern der Gehalt, der durch menschliche Aktivitäten immer größer wird! Vor 1750 gab es keinen bedeutsamen CO₂-Ausstoß durch die Menschen. Erstens hatten wir weder Kohle noch Öl noch Erdgas in den entsprechenden Mengen zur Verfügung. Zweitens waren wir viel zu wenige, als dass es ausschlaggebend gewesen wäre und drittens viel zu wenige mit einem solchen Lebensstil, also mit dem Maschinenpark und dem Konsum von heute, um hinreichend fossile Energieträger zu benötigen und zu verbrennen. Erst ab 1750 begann die Förderung von Kohle in großem Maßstab und 100 Jahre später die Förderung von Öl.

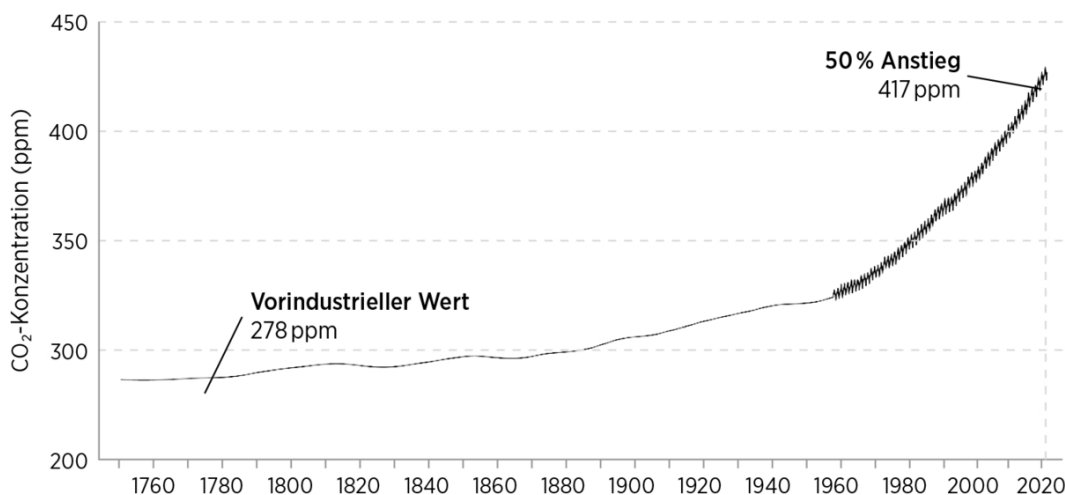
Der CO₂-Wert gilt weltweit. Denn CO₂ hängt nicht über der Südsee fest, sondern verteilt sich – wie Sauerstoff auch – gleichmäßig in der unteren Atmosphäre, das sind ungefähr die ersten 10 Kilometer vom Boden ab in die Höhe gerechnet. Interessanterweise ist das bei der wichtigsten Folge aus dem CO₂-Anstieg, der steigenden Temperatur, anders. Die globale Durchschnittstemperatur steigt zwar weltweit an. Aber manche Regionen erwärmen sich schneller als andere.

So erwärmt sich etwa die Arktis viel schneller. In manchen arktischen Regionen liegt der Temperaturanstieg mittlerweile bei zwischen plus 3 Grad bis plus 6 Grad! Der weltweite Durchschnittswert liegt im Jahr 2021 bei 1,2 Grad Temperaturanstieg gegenüber 1750 beziehungsweise 1850 (die globalen Durchschnittstemperaturen der beiden Zeiten gelten als gleich). Auch Deutschland erwärmt sich schneller als der Rest der Welt mit einem Temperaturanstieg von 1,6 Grad.⁹

Das Jahr 2021 ist in Bezug auf den CO₂-Gehalt ein ganz besonderes Datum. Zum ersten Mal ist der CO₂-Gehalt in der Luft über 50 Prozent gegenüber dem Referenzwert

von 1750 angestiegen.¹⁰ Eine Abbildung vom englischen Wetterdienst, UK Met Office, und vom amerikanischen Scripps Institut aus Kalifornien zeigt den Anstieg mit dem neuen Rekordwert (siehe *Abbildung 1: CO₂-Gehalt der Atmosphäre*). Diese Kurve ist als Keeling-Kurve in der Klimawissenschaft sehr bekannt. Sie stellt die Messungen des CO₂-Gehaltes in der Luft grafisch dar.

Abbildung 1: CO₂-Gehalt der Atmosphäre



Im März 2021 steigt der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre zum ersten Mal um 50 Prozent über den Wert vor der Industrialisierung 1750. Referenzwert von 1750 ist 278 ppm. Der Durchschnittswert für den Monat März 2021 liegt zum ersten Mal *über* 417 ppm und damit 50 Prozent über dem Referenzwert.
Quelle und Abbildung: UK Met Office, Daten aus Eiskernen von MacFarling Meure et al. (2006), Mauna Loa Daten vom Scripps CO₂-Programm.

Ein trauriger Rekord. Aber einer, der Wissenschaftsgeschichte schreibt. Denn damit ist der halbe Weg zur Verdopplung des CO₂-Gehaltes (Klimasensitivität!) schon erreicht.

Da die Erderwärmung mit Verzögerung startet und dann, einmal angestoßen, weiterläuft bis zu einem neuen, stabilen Endzustand, würde die Temperatur sogar noch steigen, auch wenn wir jetzt sofort alle Treibhausgasausstöße stoppen würden. Sie würde erst mit einer Zeitverzögerung zum Stillstand kommen. Aber auch nur dann, wenn dauerhaft die Emissionen gleich blieben, also zum Beispiel weitere Restemissionen durch CO₂-Entnahmen aus der Luft ausgeglichen würden, sich also CO₂-Ausstöße *in* die Luft und CO₂-Entnahmen *aus* der Luft langfristig die Waage hielten. Dann bliebe die Temperatur stabil. So wie es in den letzten zehntausend Jahren der Fall war.

Top 2: Permafrostböden setzen mehr Treibhausgase frei

Permafrost ist, wie der Name schon sagt, dauergefrorener Boden. Über 20 Prozent der Landfläche der nördlichen Erdhalbkugel besteht aus Permafrostboden. Eine ganze Menge Land, das zu Kanada, Grönland, Skandinavien und Russland gehört. Die