



Global  
Marshall Plan  
Initiative

Lokalgruppe  
München

## CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit des Klimasystems Diskussionsbericht

Dokumentation: Global Marshall Plan Initiative, Lokalgruppe München  
Zielsetzung: Bewusstseinsbildung  
Fassung: 3 / 2023  
Verfasser: Robert Faul

### **Abstract:**

Der Klimawandel basiert auf physikalischen Naturgesetzen und dabei spielt die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre eine bedeutende Rolle. Den Klimawissenschaften ist es gelungen, eine Eingrenzung des Wertebereichs für die CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit des Klimasystems vorzunehmen. Dieser Diskussionsbericht soll dazu beitragen, die komplizierten Sachverhalte aus der Klimawissenschaft für gutes, bürgerschaftliches Verständnisniveau nachvollziehbar zu machen.

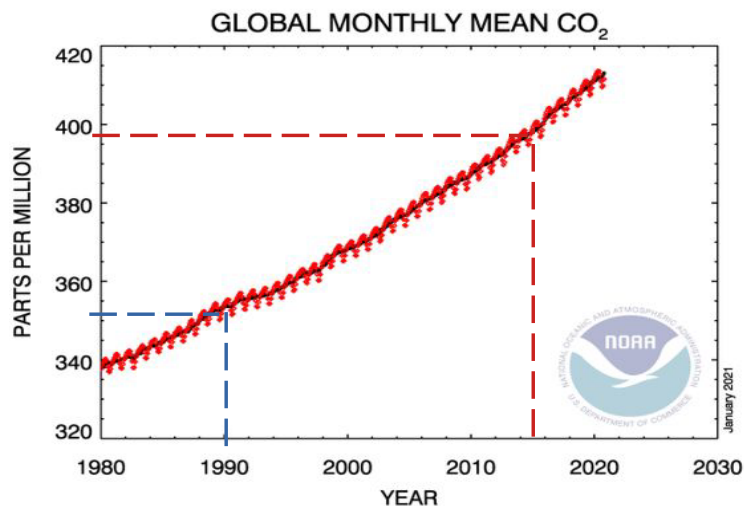
Die Dringlichkeit für umfangreiche Maßnahmen zum Klimaschutz soll mit diesem Bericht wahrnehmbar gemacht werden.

## Diskussion zur CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit des Klimasystems der Erde

Aus dem Blickwinkel des Klimas betrachtet, vollzieht sich eine unablässige Abfolge von physikalischen Gesetzmäßigkeiten. Die physikalischen Naturgesetze sind durch Menschen nicht änderbar. Naturgesetze sind auch nicht verhandelbar. Sie können weder beschleunigt noch gestoppt werden.

Wesentlich und geradezu sensationell ist die Errungenschaft der Menschheit, physikalische und chemische Messtechniken entwickelt zu haben, mit denen über die zurückliegenden ca. 800.000 Jahre die Zusammenhänge zwischen CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und dem Temperaturniveau auf der Erde rekonstruiert wurden. Die messtechnische und verfahrenstechnische Genauigkeit dieser Rekonstruktion ist mit großer Hochachtung zu würdigen.

Die Anzahl der Einflussfaktoren auf das Klimageschehen ist groß. Die vielen Wechselwirkungen der Faktoren sind komplex. Es wird vielfach auf die Bedeutung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Klimawandel hingewiesen. Deshalb wird zunächst der Entwicklungsverlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre in einer Graphik dargestellt [1].



Hilfslinien sind in Originalgraphik eingefügt

Die Messkurve zeigt den Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration über mehr als die gesamte Zeit der globalen Klimaschutzverhandlungen. Ein Merkmal für den Klimaschutz müsste sein, dass sich die Steigung der Konzentrationslinie (Gradient) verringert bis sie etwa die Steigung Null erreicht. Der Gradient Null entspricht einer gleichbleibenden Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre. Ein sich verringernder Gradient lässt sich aus dem Diagramm mit den Messwerten nicht erkennen. In diesem Sinne ist ein physikalischer Erfolg des sog. Paris-Abkommens mit seinem 1,5 Grad-Ziel im Gradienten des CO<sub>2</sub>-Konzentrationsanstiegs durch messtechnische Daten bislang nicht nachweisbar.

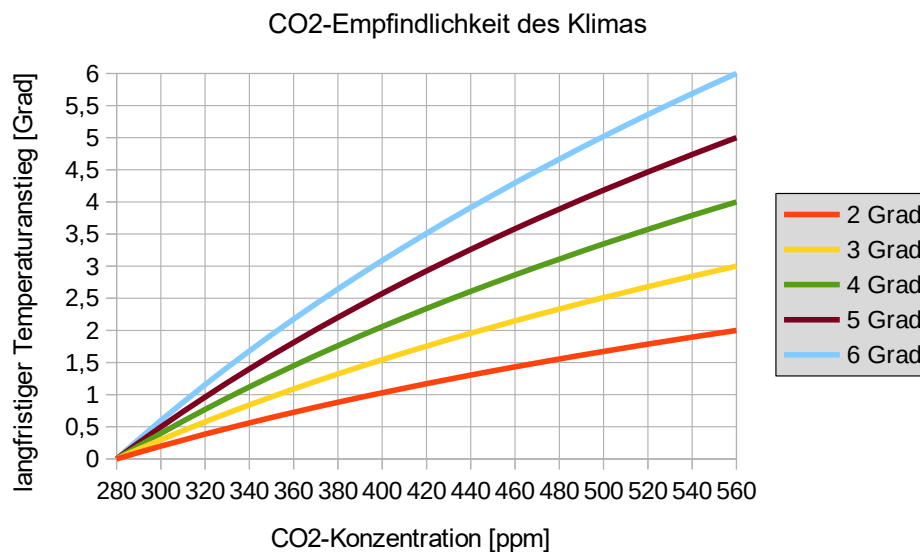
Neben CO<sub>2</sub> gibt es weitere Treibhausgase (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) listet 86), die eigens Empfindlichkeiten des Klimasystems aufweisen und einen Einfluss auf die Erwärmung ausüben. Einen Eindruck, wie kompliziert die Klimaempfindlichkeiten sind, bietet die Beschreibung in [2]. CO<sub>2</sub> gilt aufgrund seiner langen Wirkungsdauer und seiner im Vergleich zu anderen Treibhausgasen großen Menge als wesentlich. Ein sehr bedeutsamer Faktor ist folglich die CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit des Klimasystems.

Dazu wäre eine Einschätzung wünschenswert, bei welcher Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit (99%) ein Temperaturanstieg unter 1,5 Grad oder 2 Grad gegenüber der vorindustriellen Zeit bleiben wird. So eine Einschätzung ist keineswegs einfach.

Trotz der Komplexität der Wechselwirkungen mehrerer physikalischer Mechanismen ist es der Klimawissenschaft gelungen, eine Eingrenzung des Wertebereichs für die CO<sub>2</sub>-Sensitivität des Klimasystems zu erreichen. Mit diesem Themenkomplex befassen sich auch IPCC-Berichte wie z.B. der AR6 [3]. Darin wird ein Wertebereich von CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeiten genannt, so dass bei einer Bandbreite der CO<sub>2</sub>-Konzentration von 280 ppm bis 560 ppm ein Anstieg der Temperatur um 2 bis 5 Grad stattfindet. Diesem Wertebereich kann man auch noch Wahrscheinlichkeiten für das tatsächliche Eintreffen dieser Prognosen zuordnen. In der Literatur [4] wird folgender Stand der Erkenntnis angegeben:

*Alle Untersuchungsarbeiten „führen konsistent zu dem Ergebnis, dass sich bei einer Verdoppelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre die Erde um einen Wert zwischen 2,5 und 4 Grad Celsius erwärmt. Der wahrscheinlichste Wert, das sogenannte best estimate liegt laut IPCC bei 3 Grad Celsius“.*

Um diese Erkenntnis besser wahrnehmen zu können, visualisiert folgende Graphik diese CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeiten

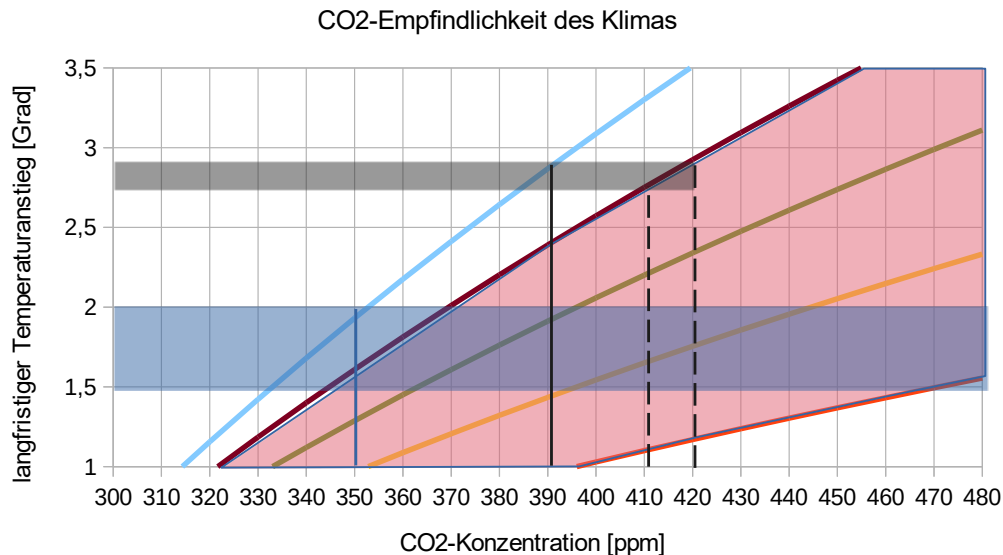


Die Graphik ist rechnerisch (d.h. ohne Messdatenverarbeitung) modelliert und kann deshalb die genaueren Betrachtungen der Klimawissenschaft nicht ausreichend exakt repräsentieren. Dennoch wird diese Visualisierung verwendet, um umfangreiches Literaturstudium zu umgehen. Zudem unterbleiben hier zur Vereinfachung Angaben und Interpretationen von Toleranzen, wie sie in der Klimawissenschaft vorkommen.

Die Graphik zeigt Proportionen zwischen CO<sub>2</sub>-Konzentration und Anstieg der Temperatur unter den verschiedenen CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeitswerten von 2 Grad bis 6 Grad.

Demnach würde für den „best estimate“- Wert (gelbe Linie) bei einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von ca. 390 ppm ein Temperaturanstieg von ca. 1,5 Grad resultieren.

Ein Ausschnitt aus dieser Graphik konzentriert sich auf den Wertebereich der CO<sub>2</sub>-Konzentration, der nachfolgend zur Diskussion vertieft wird.



Diese Visualisierung soll dazu beitragen, die komplizierten, wissenschaftlichen Sachverhalte für eine gute, bürgerschaftliche Verständnisebene nachvollziehbar zu machen. Das rötlich markierte Gebiet entspricht dem von IPCC AR6 [3] aufgespannten Bereich. Die untere rote Linie entspricht einer CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit des Klimasystems von 2 Grad bei der Verdopplung der CO<sub>2</sub>-Konzentration von 280 ppm (Basis im Jahr 1850) bis 560 ppm (betrachtete Zukunft). Die obere violette Linie entspricht einer CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit von 5 Grad. Darüber hinaus ist eine weitere hellblaue Linie eingefügt, die einer CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit von 6 Grad entspricht. Diese Linie ist (abweichend vom IPCC-Wertebereich) im Hinblick auf die Diskussion der Redensart „mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit“ hilfsweise nützlich.

Gedanklich sei für einen Zeitpunkt in 50 Jahren angenommen, dass die heutigen Erkenntnisse der Wissenschaft fehlerhaft wären. Aus den Fehlern entstehen Konsequenzen, die zum Zeitpunkt in 50 Jahren rückwirkend zur heutigen Sachlage nicht mehr korrigiert werden können. Eine Risikobetrachtung im Hinblick auf 8-12 Mrd. Menschen, die vom Klimawandel jetzt und bis in 50 Jahren mehr oder minder stark betroffen sein werden, müsste also eine Sicherheitsreserve beinhalten, um „mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit“ ein Desaster erheblichen Ausmaßes für die Menschheit zu vermeiden. Ein Fehler hinsichtlich einer größeren CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeitsprognose, als sie sich als Wirklichkeit physikalisch ergibt, ist für eine Risikobetrachtung unkritisch. Folglich ist die Oberkante des rot hinterlegten Diagrammgebiets für Risiken entscheidend.

Darf also keinesfalls (d.h. incl. Sicherheitsreserve) ein Temperaturanstieg von mehr als 2 Grad auftreten, ergibt sich aus dem ungefähren Schnittpunkt der hellblauen Empfindlichkeitslinie mit der 2 Grad-Horizontale, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration tunlichst unter 350 ppm zu halten wäre. Dieser Wert wurde laut physikalischer Messtechnik ungefähr im Jahr 1990 überschritten [1].

Zum Zeitpunkt der Klimaschutzverhandlungen von Paris (2015) war bekannt, dass die physikalischen Messwerte der CO<sub>2</sub>-Konzentration bei etwa 390 ppm lagen. Um das 1,5-Grad Ziel einhalten zu können, dürfte die CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit des Klimas nicht größer als 3 Grad (gelbe Linie) sein. Da das von IPCC aufgespannte Wertebereich größer ist, hat die Politik also bei der Risikobetrachtung die Auffassung zur Randbedingung „mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit“ verlassen. Träfe nämlich eine CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit von 5 Grad tatsächlich ein, würde ein Temperaturanstieg um ca. 2,4 Grad (@ 390 ppm) entstehen.

Aktuell ermittelte CO<sub>2</sub>-Konzentrationswerte ergeben 410 – 420 ppm. In diesem Wertebereich (im Diagramm durch gestrichelte, senkrechte Linien markiert) ergäbe sich mit einer CO<sub>2</sub>-Empfindlichkeit von 5 Grad ein Temperaturanstieg von ca. 2,9 Grad. Vorausgesetzt werden müsste allerdings, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration nicht mit dem gleichen Gradienten des bisherigen CO<sub>2</sub>-Konzentrationsanstiegs weiter steigt. In der ersten Graphik ist ersichtlich, dass sich der Gradient leider eben nicht gegen Null verändert.

Es geht, um nochmals die Mission dieser Betrachtungen zu erwähnen, nicht um die numerische Exaktheit der Sachverhalte sondern um das vereinfachte Nachvollziehen von Zusammenhängen.

#### **Fazit**

***Es kann insgesamt kein epochaler Fehler sein, wenn unverzüglich umfangreiche Maßnahmen durchgeführt werden, um eine globale Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre zu erreichen.***

Hilfsweise soll folgende Metapher nochmals näher bringen, wie eng Wahrscheinlichkeiten mit Risikoeinschätzungen verbunden sind:

Auf einem großen Flughafen stehen 100 Flugzeuge in Vorbereitung der nächsten Flüge. Beim Check-In werden die Reisenden darauf hingewiesen, dass die startbereiten Flugzeuge mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,66 unfallfrei wieder landen.

Würden Sie, sehr geehrte LeserInnen, aufgrund dieser Information in eines der Flugzeuge einsteigen?

Wohl kaum, denn 34 von 100 Flugzeugen würden nicht unfallfrei wieder landen.

Mit Sicherheit steht uns Menschen nur ein einziges „Flugzeug“ namens Erde zur Verfügung und wir haben keine Wahlmöglichkeit, ob wir einsteigen. Bezogen auf die Risikoeinschätzungen für das hier diskutierte Thema haben wir aber Möglichkeiten zur Mitwirkung, um die Wahrscheinlichkeit für eine Zukunft ohne Klimadesaster zu verbessern.

Dieser Bericht soll demnach ein Impuls sein, um von der Diskussion zum Handeln zu kommen.

Unsere konkreten Angebote für Instrumente zum Handeln sind [1day4future](#) und [|:reco²care:|](#).

#### Literaturhinweise:

- [1] [globalmagazin.com/der-aktuelle-co2-gehalt-der-atmosphaere/](http://globalmagazin.com/der-aktuelle-co2-gehalt-der-atmosphaere/)
- [2] <https://de.wikipedia.org/wiki/Klimasensitivit%C3%A4t>
- [3] [www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_TS.pdf](http://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf) (S.93)
- [4] <https://www.helmholtz-klima.de/klimafakten/behauptung-die-anfaelligkeit-des-klimas-fuer-veraenderungen-wird-ueberschaetzt>
- [5] [www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)
- [6] [wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40874/EGR2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40874/EGR2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)