

Treibhauseffekt und Klimawandel

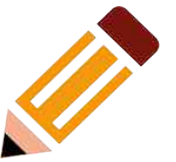
Fakten und Märchen?

Reinhard Storz

18.09.2023



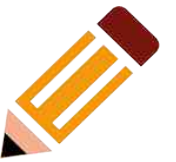
Treibhauseffekt und Klimawandel



Das Klima auf der Erde hängt von zahlreichen Fakten ab, wie beispielsweise:

- Einstrahlung der Sonne
- Zusammensetzung der Atmosphäre
- Position der Kontinente und Meere

Treibhauseffekt und Klimawandel

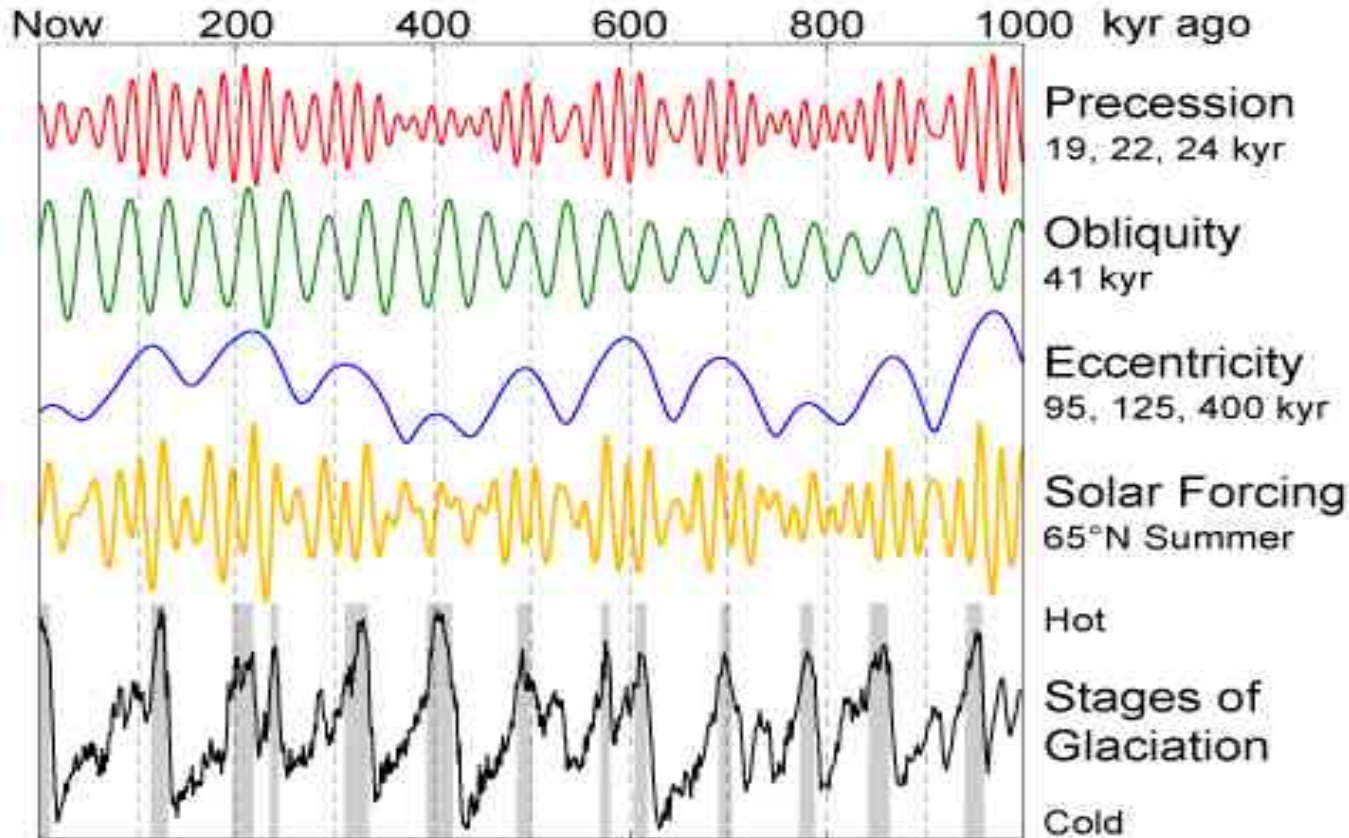
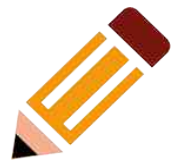


Die Einstrahlung der Sonne schwankt nicht nur im 11-jährigen Rhythmus.

Da spielen beispielsweise auch die veränderliche Ovalität der Sonnenbahn und die schwankende Schrägstellung der Erdachse eine Rolle.

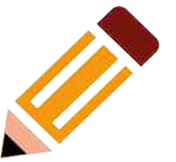
Das sind die Milankovich- Zyklen.

Treibhauseffekt und Klimawandel



Es ist erlaubt, die Datei unter den Bedingungen der GNU-Lizenz für freie Dokumentation, Version 1.2 oder einer späteren Version, veröffentlicht von der Free Software Foundation, zu kopieren, zu verbreiten und/oder zu modifizieren; es gibt keine unveränderlichen Abschnitte, keinen vorderen und keinen hinteren Umschlagtext. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Milankovitch_Variations.png?uselang=de

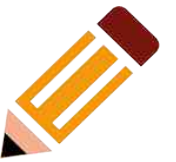
Treibhauseffekt und Klimawandel



Die Position der Kontinente und Meere auf der Erde hat einen wesentlichen Einfluss auf das Klima.

Sie beeinflusst sowohl die Meeresströmungen, die noch mehr als die Winde die Wärme verteilen, als auch die örtliche Entstehung von Wüsten- und Eisflächen.

Treibhauseffekt und Klimawandel



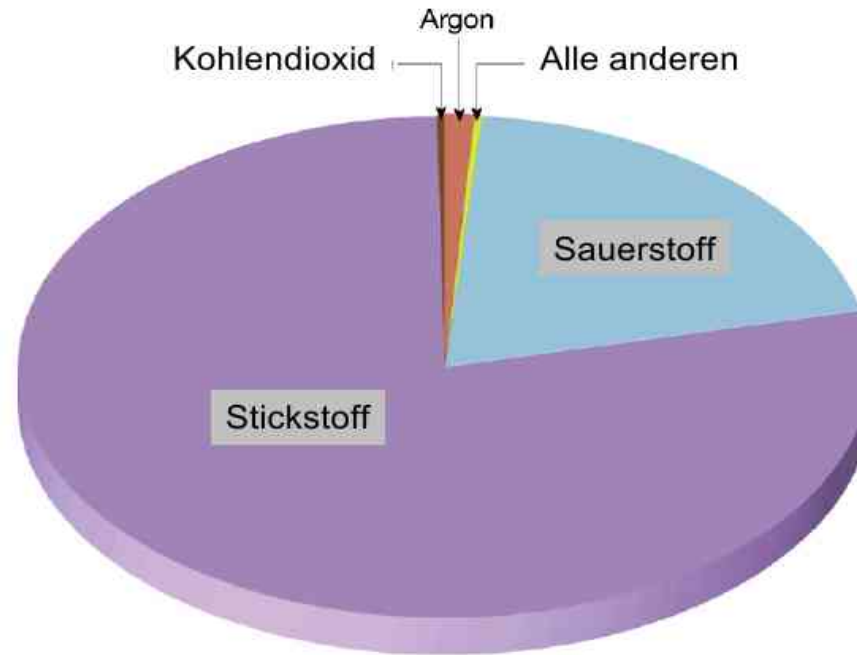
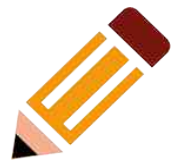
Auch die Zusammensetzung der Atmosphäre hat sich in erdgeschichtlicher Zeit verändert.

Nicht nur, dass es in den ersten 80% der Erdgeschichte praktisch keinen Sauerstoff in der Atmosphäre gab, während später sogar mal 35% der Atmosphäre Sauerstoff waren.

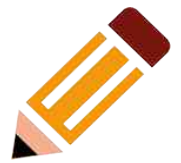
Gegenwärtig macht der sich verändernde Gehalt an CO_2 , N_2O , CH_4 und O_3 den Menschen Sorgen, weil sich auch dadurch das Klima verändert.

Treibhauseffekt und Klimawandel

Zusammensetzung der Atmosphäre



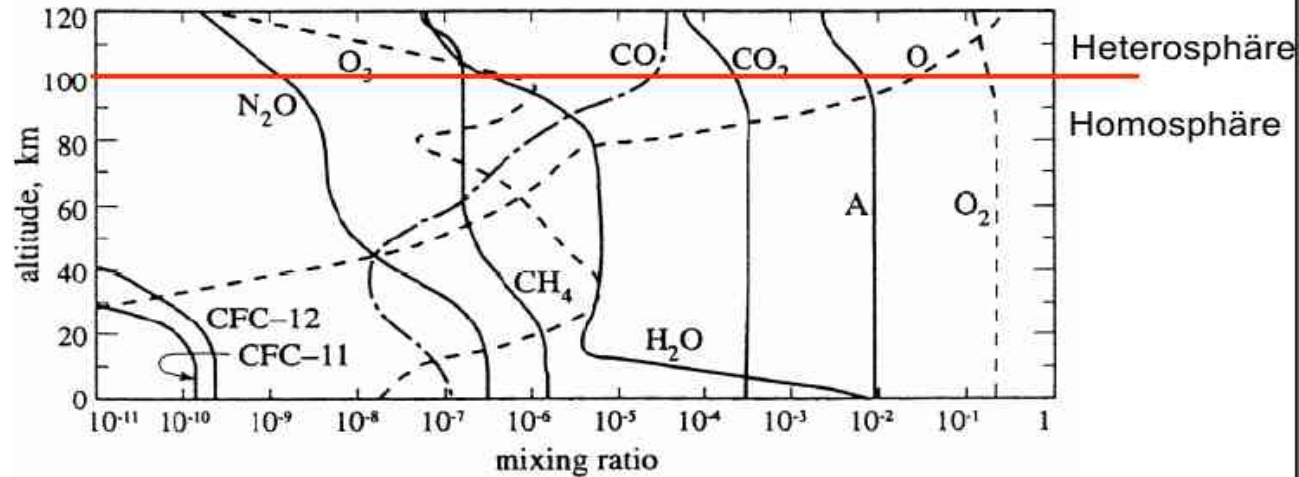
Treibhauseffekt und Klimawandel



Zusammensetzung der Atmosphäre

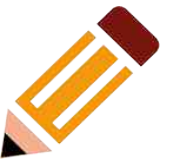
Einige Spurengase

- zeigen ausgeprägte Vertikalstruktur
- sind sehr bedeutsam aufgrund ihrer Strahlungseigenschaften



Goody, 1995

Treibhauseffekt und Klimawandel



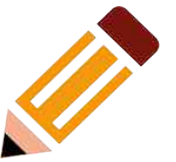
Eine wichtige Frage ist, wie stark haben diese Spurengase das Klima schon verändert und wie wird das weitergehen?

Da ist von klimatischen Kippunkten die Rede, nach deren Eintreten es keinen Weg zurück mehr gebe.

Was ist an derartigen Aussagen wissenschaftlich begründet und was ist pure Panikmache?

Schauen wir mal was dabei einen Einfluss hat.

Treibhauseffekt und Klimawandel

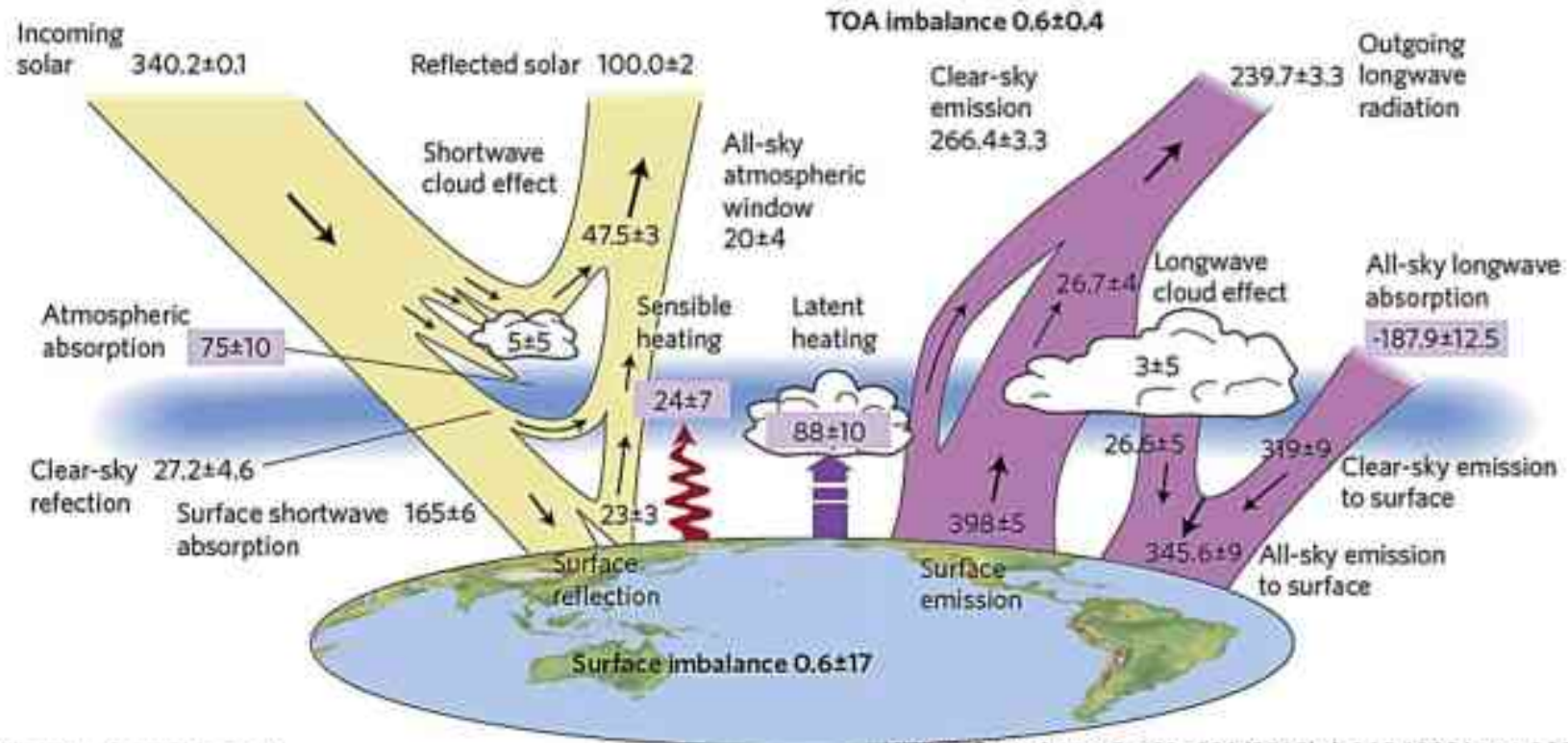
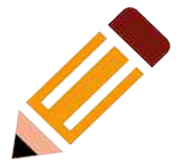


Das kommende Bild zeigt die vielfältigen Mechanismen und Einflüsse, die bei der Wechselwirkung zwischen von der Sonne eintreffender Energie, sowie abgegebener Energie in den Weltraum, eine Rolle spielen.

Dann ein Schema der Strahlungsfrequenzen.

Und schließlich ein Schema vom Ausschnitt aus dem Frequenzband, Ultraviolett bis Infrarot, der beim Klimawandel wirksam ist.

Treibhauseffekt und Klimawandel

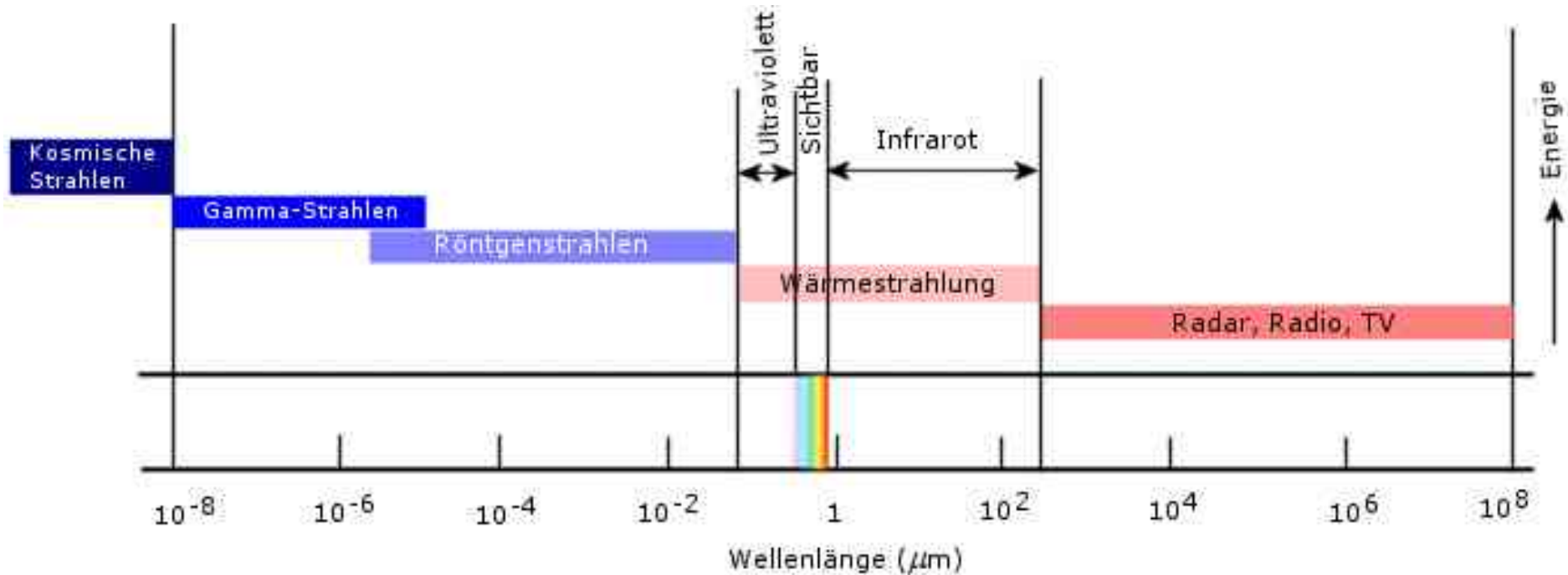
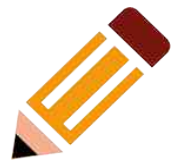


Graeme L. Stephens *et al.*

Nature Geoscience 5, 691–696 (2012) doi:10.1038/ngeo1580

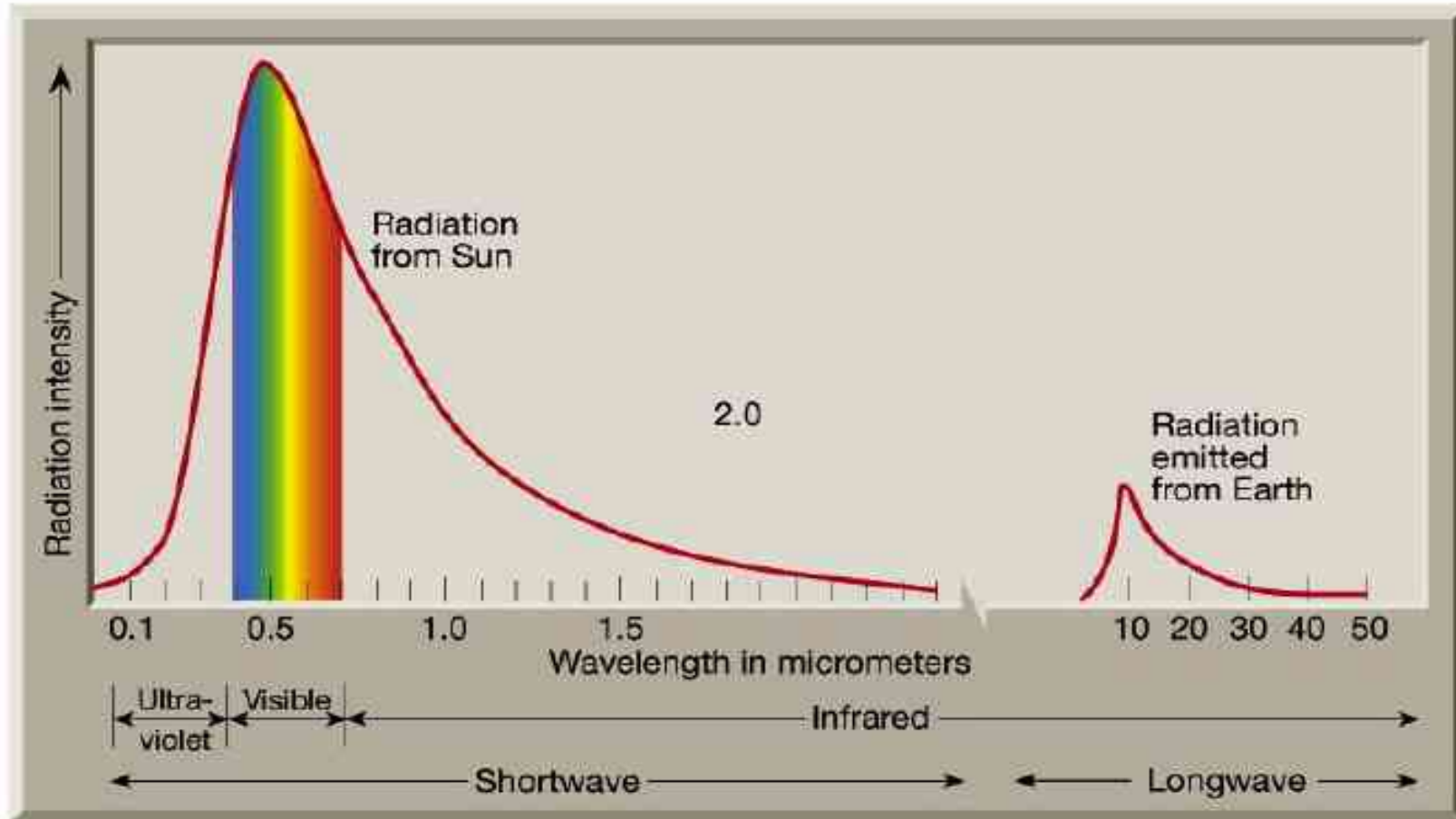
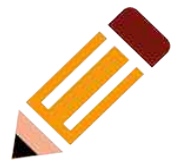
Quelle: Howard (Cork) Hayden, CO₂ and Climate: A Tutorial

Treibhauseffekt und Klimawandel



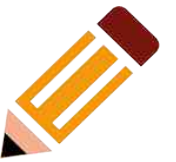
Hier die unterschiedlichen Frequenzen der Strahlung auf der Erde.

Treibhauseffekt und Klimawandel



Quelle: Vorlesung Grundlagen der Meteorologie

Treibhauseffekt und Klimawandel



Nach diesem groben Überblick als Einleitung nun zum eigentlichen Thema:

Da hat man als Laie zunächst mal eine Anzahl Fragen.

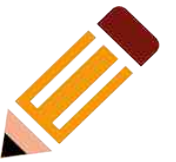
Wie verändert die Physik, genauer gesagt, die Veränderung des Energietransports durch die Atmosphäre, das Klima?

Was ist dabei im Einzelnen auf welche Weise wirksam?

Wie wird sich diese Wirkung in Zukunft verändern?

Auf welche Weise sind die wissenschaftlichen Erkenntnisse auf diesem Gebiet überprüft und abgesichert?

Treibhauseffekt und Klimawandel



Beginnen wir mit der ersten Frage:

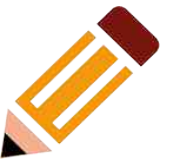
Wie verändert die Physik, genauer gesagt, die Veränderung des Energietransports durch die Atmosphäre, das Klima?

In der folgenden Graphik sehen wir links schematisch den Energietransport von der Erde in den Weltraum.

Die Höhe des weißen Berges ist ein Maß für die Energie und von Links nach Rechts ist die Frequenz aufgetragen, bei der die jeweilige Energiemenge durch Strahlung abgegeben wird.

In der rechten Graphik erkennen wir, dass die Fläche kleiner ist.

Treibhauseffekt und Klimawandel

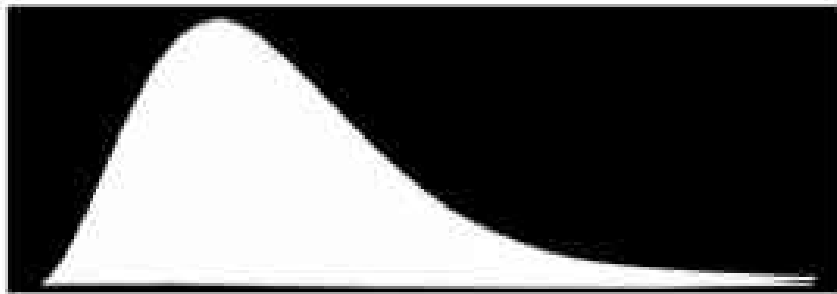
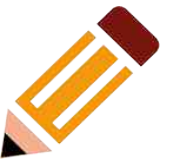


Ein unregelmäßiger Teil der Fläche ist am oberen Rand verschwunden.

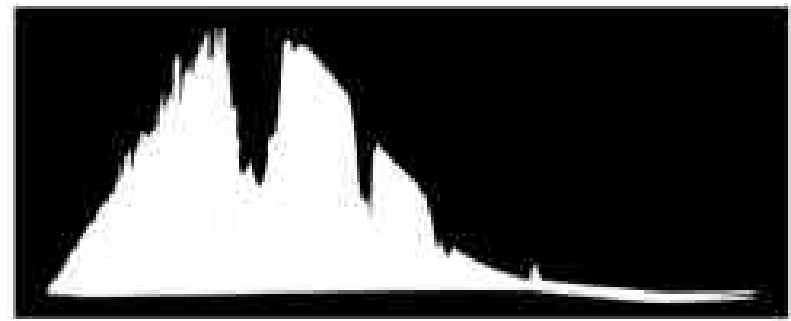
Das ist auf den Einfluss der klimawirksamen Gase zurückzuführen, die bei diesen Frequenzen die Wärmeabgabe in den Weltraum behindern.

Wie das im Einzelnen abläuft werden wir uns nun im Detail ansehen.

Treibhauseffekt und Klimawandel



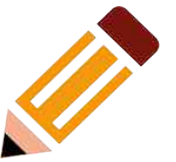
Wärmeabstrahlung der Erde
ohne eine Atmosphäre



Wärmeabstrahlung der Erde
mit unserer Atmosphäre

Quelle: Howard (Cork) Hayden, Basic climate physics

Treibhauseffekt und Klimawandel



Wie hat man nun diese Unterschiede festgestellt?

Da wurden 2 unterschiedliche Techniken genutzt:

- 1) Einmal sozusagen indirekt die Messung mit Radiometern, also Strahlungsmeßgeräten, von Satelliten aus, die die gesamte Atmosphäre vermessen können,
- 2) Von in der Atmosphäre aufsteigenden Ballons, die mit Radiometern ausgerüstet waren und so direkt in ihrer Umgebung messen konnten.

Physikalisch nachvollzogen wurden diese Messungen, indem vom HITRAN Datensatz mehr als 1/3 million rovibrational Linien ausgewertet wurden, um die Wirkung auf die einzelnen Moleküle zu ermitteln.

Treibhauseffekt und Klimawandel

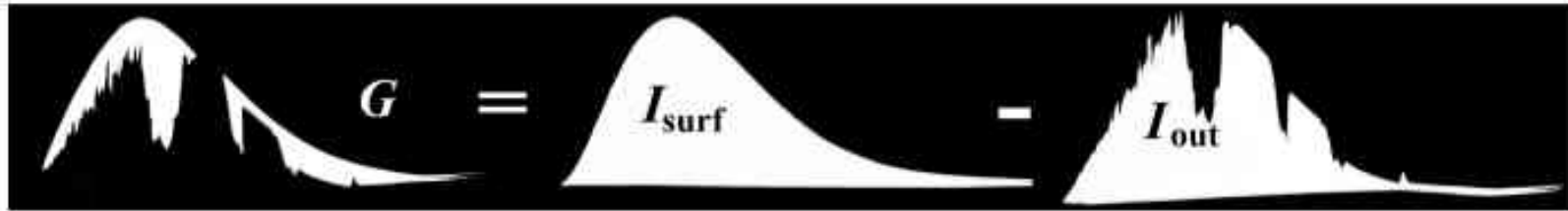
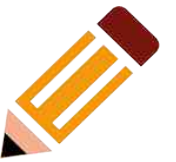
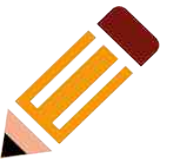


Figure 2: Graphical representation of the greenhouse effect.

Die weiße Fläche im linken Bild heizt die Erde auf, sie ist die Differenz zwischen der einkommenden Energiemenge in der Mitte und der abgestrahlten Menge im rechten Bild.

Quelle: Howard (Cork) Hayden, Basic climate physics

Treibhauseffekt und Klimawandel



Wie sich unterschiedliche Konzentrationen an CO₂ auswirken zeigt das folgende Bild.

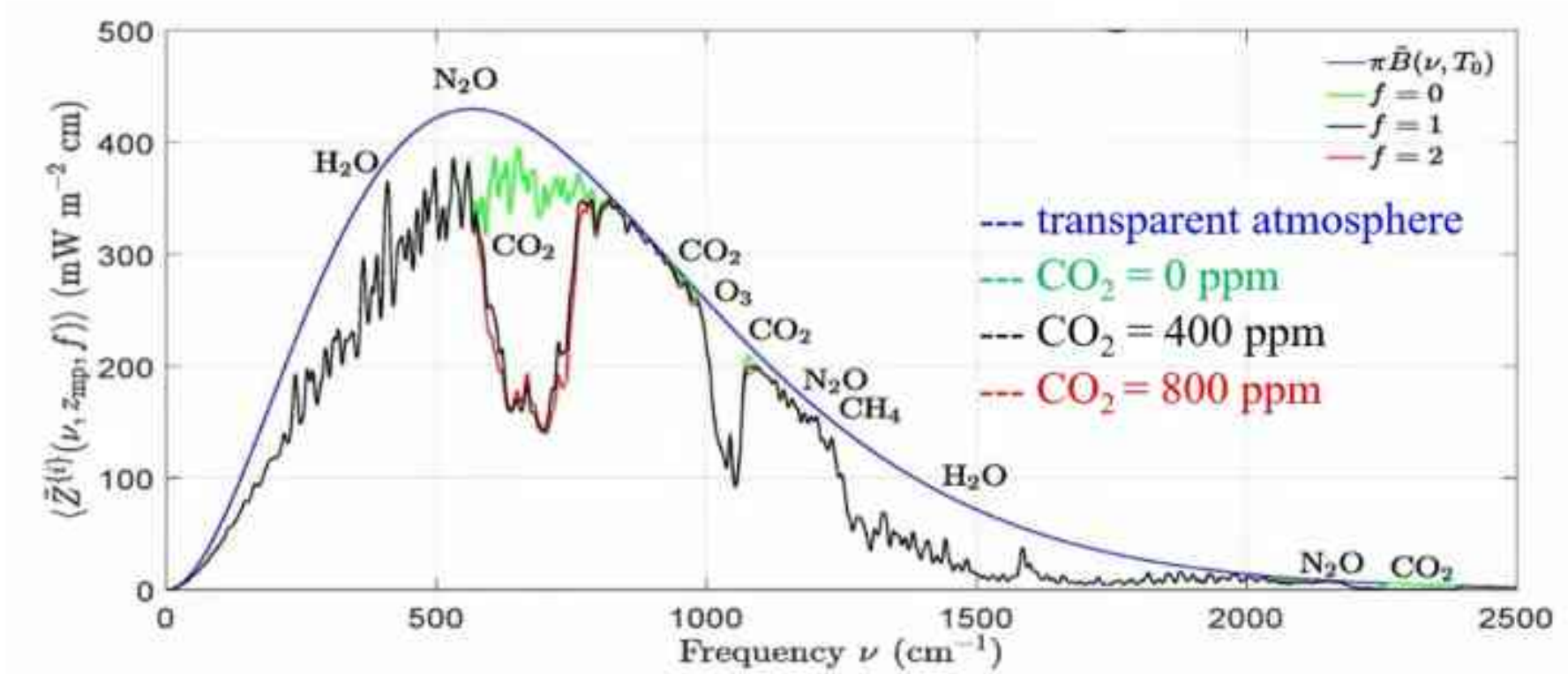
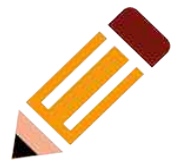
Dargestellt sind der Einfluss von 0 ppmv CO₂ in grüner Linienfarbe, 400 ppmv CO₂ in schwarzer Linienfarbe, (etwa der heutige Gehalt der Atmosphäre) sowie 800 ppmv CO₂ in roter Linienfarbe, was einer Verdopplung der heutigen CO₂ – Menge entspricht.

Deutlich zu erkennen ist, dass sich die Linien in schwarzer- und in roter Farbe nur minimal unterscheiden.

Erkenntnis:

Eine weitere Erhöhung des Gehalts der Atmosphäre an CO₂ hat, wie es auch das anschließende, detailliertere Bild zeigt, nur einen marginalen Effekt.

Treibhauseffekt und Klimawandel



Quelle: Howard (Cork) Hayden, Basic climate physics

Treibhauseffekt und Klimawandel

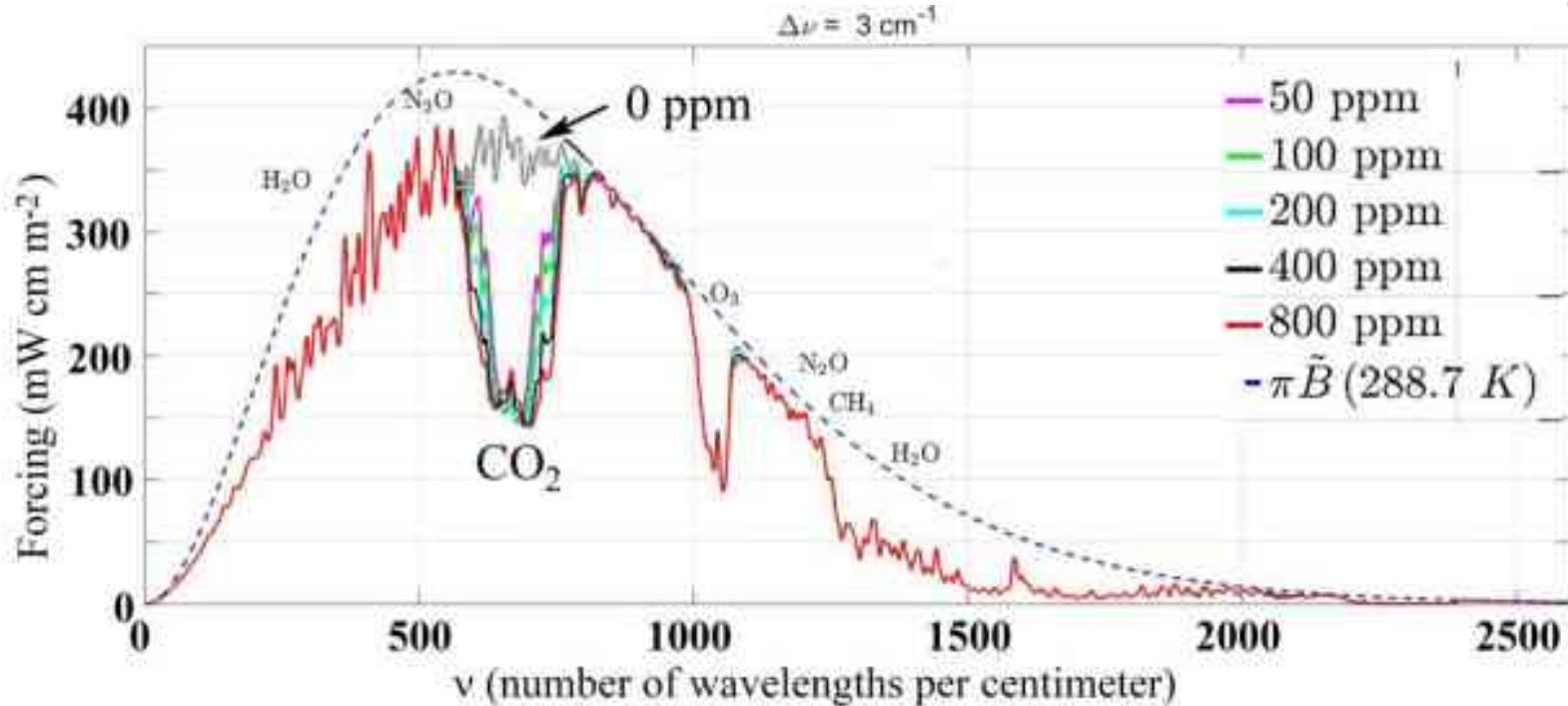
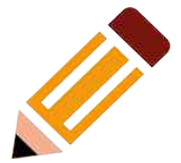
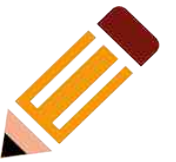


Figure 3: The effect on the IR spectrum of low concentrations of CO_2 .

Quelle: Howard (Cork) Hayden, CO_2 and Climate: A Tutorial

Treibhauseffekt und Klimawandel

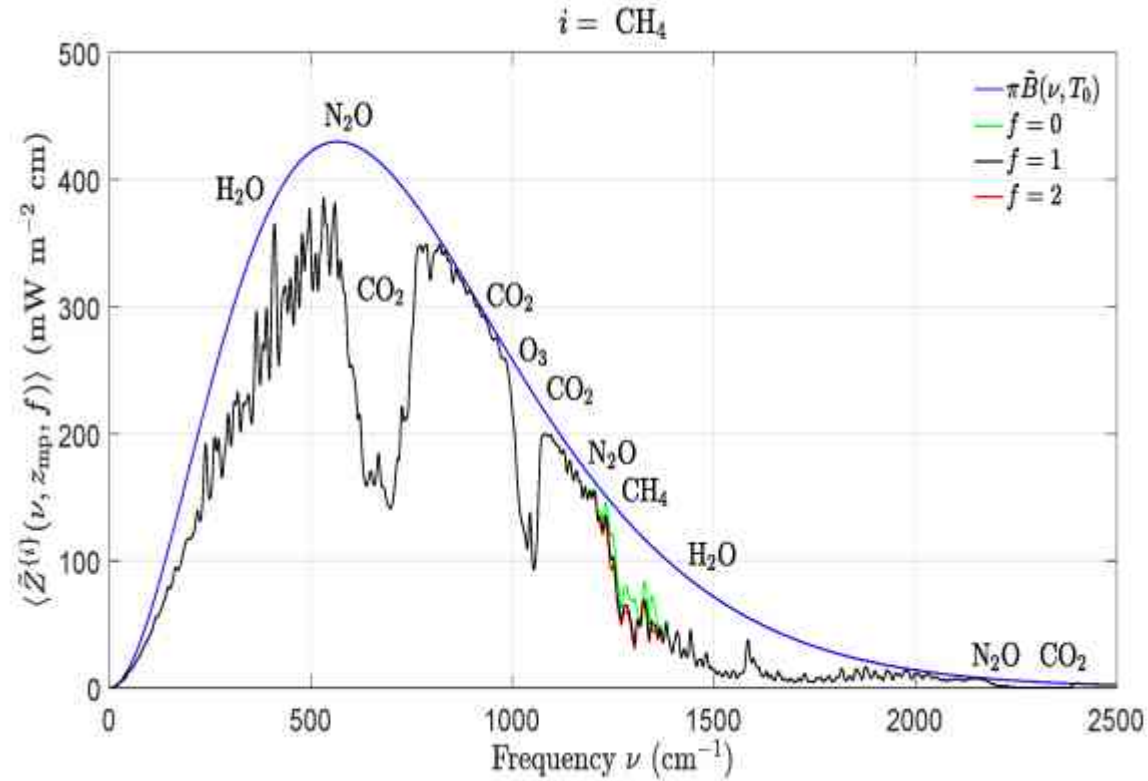
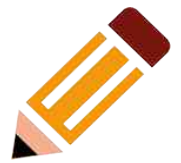


Den selben Sättigungseffekt, allerdings in wesentlich geringerem Ausmaß, erkennen wir beim Methan, CH_4 , was auf dem folgenden Bild zu sehen ist.

Und dieser Sättigungseffekt ist in gleicher Weise bei N_2O und O_3 zu beobachten.

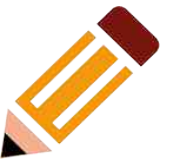
Quelle: Dependence of Earth's Thermal Radiation on Five Most Abundant Greenhouse Gases
arXiv:2006.03098v1 [physics.ao-ph] 4 Jun 2020 W. A. van Wijngaarden and W. Happer

Treibhauseffekt und Klimawandel



Quelle: Dependence of Earth's Thermal Radiation on Five Most Abundant Greenhouse Gases
arXiv:2006.03098v1 [physics.ao-ph] 4 Jun 2020 W. A. van Wijngaarden and W. Happer

Treibhauseffekt und Klimawandel



Wie gut oder schlecht die gezeigten Modellrechnungen mit der Wirklichkeit übereinstimmen, zeigt das folgende Bild.

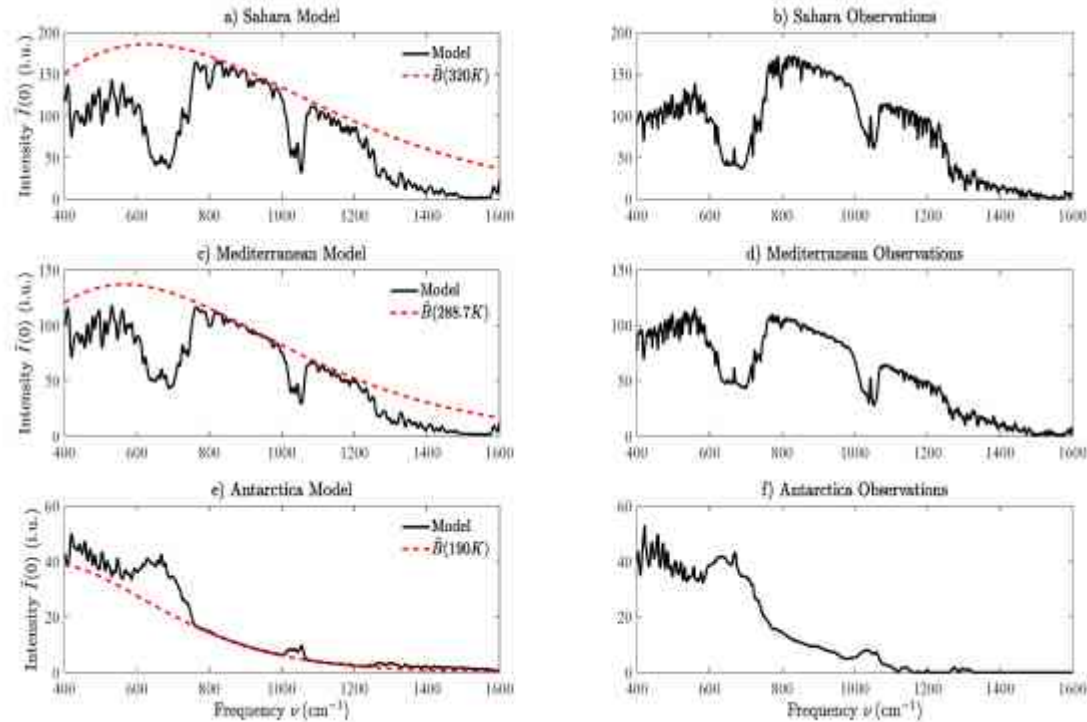
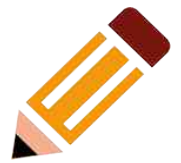
Dort werden die Modellberechnungen (linke Bilder) den Meßergebnissen (rechte Bilder) gegenübergestellt.

Lediglich bei der Antarktis gibt es anscheinend Differenzen.

Verursacht wird das durch die klimawirksamen Gase in der höheren Atmosphäre, die mehr Energie in den Weltraum abgeben als im Winter von der kalten Eisoberfläche am Boden nachgeliefert werden kann.

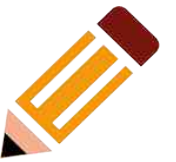
Quelle: Dependence of Earth's Thermal Radiation on Five Most Abundant Greenhouse Gases
arXiv:2006.03098v1 [physics.ao-ph] 4 Jun 2020 W. A. van Wijngaarden and W. Happer

Treibhauseffekt und Klimawandel



Quelle: Dependence of Earth's Thermal Radiation on Five Most Abundant Greenhouse Gases
arXiv:2006.03098v1 [physics.ao-ph] 4 Jun 2020 W. A. van Wijngaarden and W. Happer

Treibhauseffekt und Klimawandel



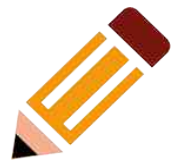
Die bisherigen Ergebnisse kann man in folgender Graphik deutlich erkennen.

Mit zunehmender Konzentration nimmt die zusätzliche Wirkung der Gase, die Wärmemenge, die je zusätzlichem ppmv an CO₂ zurückgehalten wird, deutlich ab.

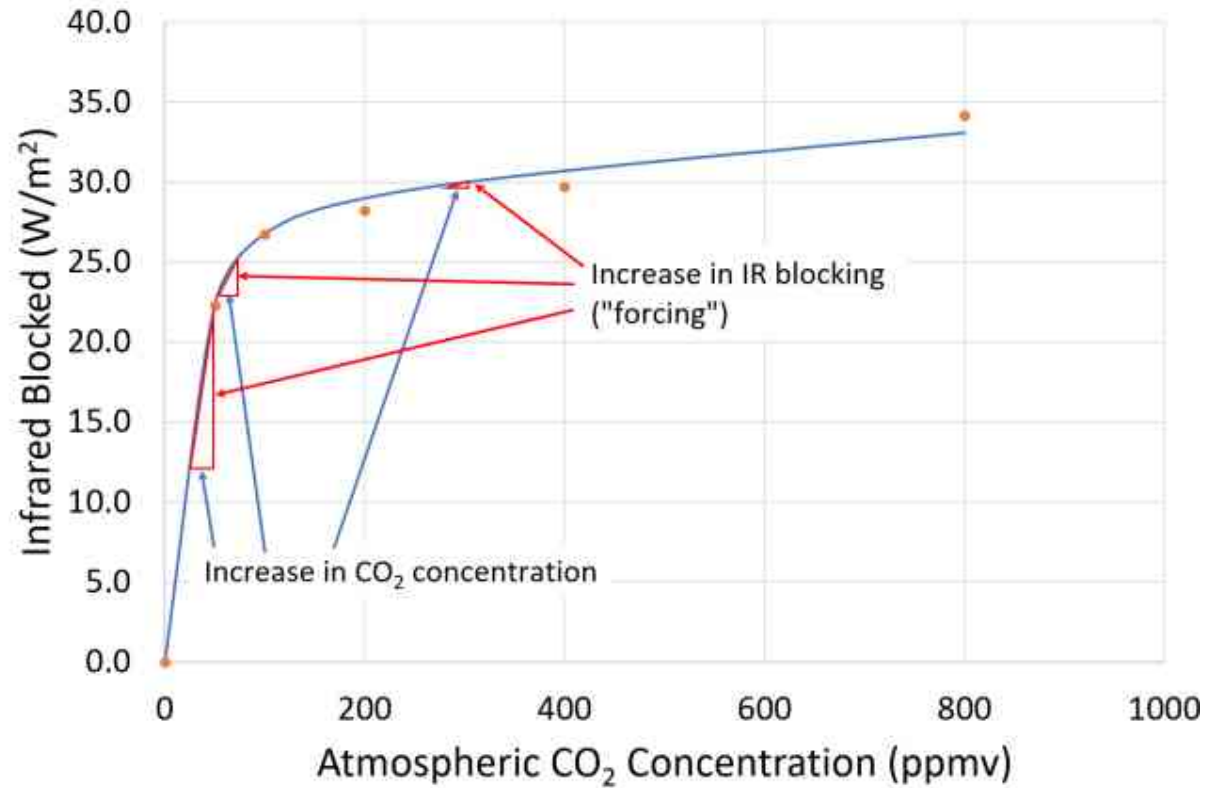
Und ähnlich ist es bei N₂O, CH₄ und O₃.

Das Ergebnis sehen wir auf dem folgenden Bild:

Treibhauseffekt und Klimawandel

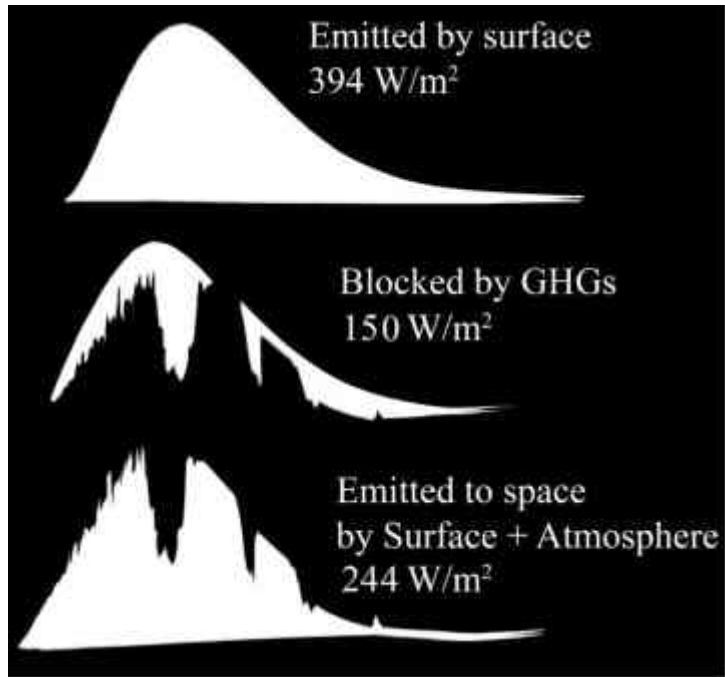


IR Blocking by CO₂



Quelle: Howard (Cork) Hayden, CO₂ and Climate: A Tutorial

Treibhauseffekt und Klimawandel



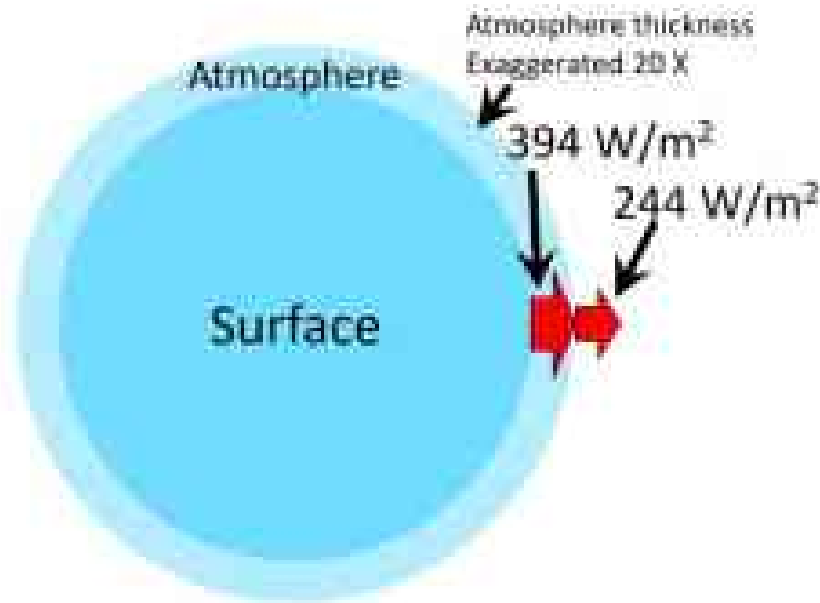
Wie sieht nun das bisherige Ergebnis aus?

Links oben sehen wir den Idealzustand ohne Atmosphäre, in dem wir nicht leben könnten.

Darunter 150Wm^2 , die durch die Klimawirksamen Gase in der Atmosphäre blockiert werden, und unten die 244Wm^2 die schließlich abgestrahlt werden.

Quelle: Howard (Cork) Hayden, CO 2 and Climate: A Tutorial

Treibhauseffekt und Klimawandel



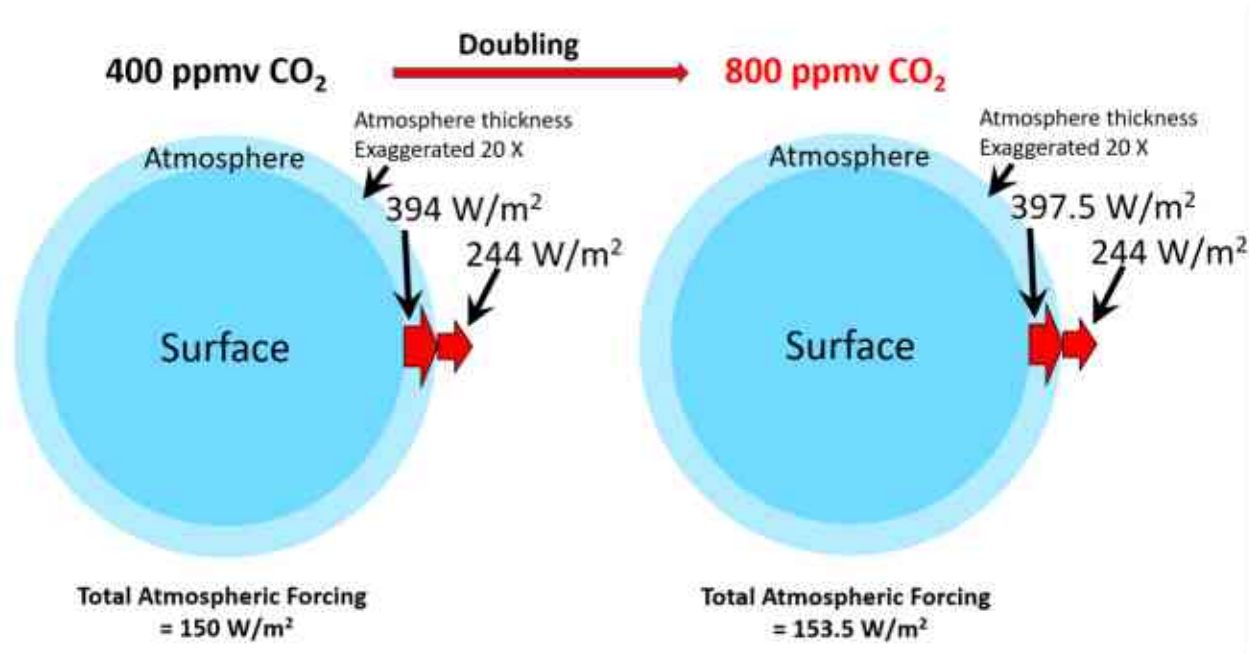
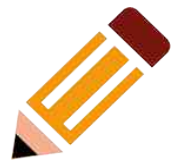
Die Sonne liefert 1368 W/m^2 , die am oberen Rande unserer Atmosphäre ankommen.

Die Erdoberfläche erreichen davon nur 244 W/m^2 , die, um die Temperatur auf unserer Erde konstant zu halten, auch wieder abgestrahlt werden müssen.

Von den 394 W/m^2 , die gegenwärtig von der Erdoberfläche abgestrahlt werden, kommen bei 400 ppmv CO_2 nur 244 W/m^2 , im Weltall an.

Quelle: Howard (Cork) Hayden, CO_2 and Climate: A Tutorial

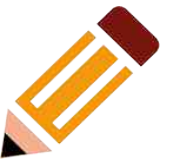
Treibhauseffekt und Klimawandel



Um bei einer Verdopplung des Gehalts der Atmosphäre ein Strahlungsgleichgewicht zu erreichen, muss die Temperatur der Erdoberfläche so ansteigen, dass 3,5 W/m² zusätzlich abgeführt werden. Das wären 0,65°C.

Quelle: Howard (Cork) Hayden, CO₂ and Climate: A Tutorial

Treibhauseffekt und Klimawandel



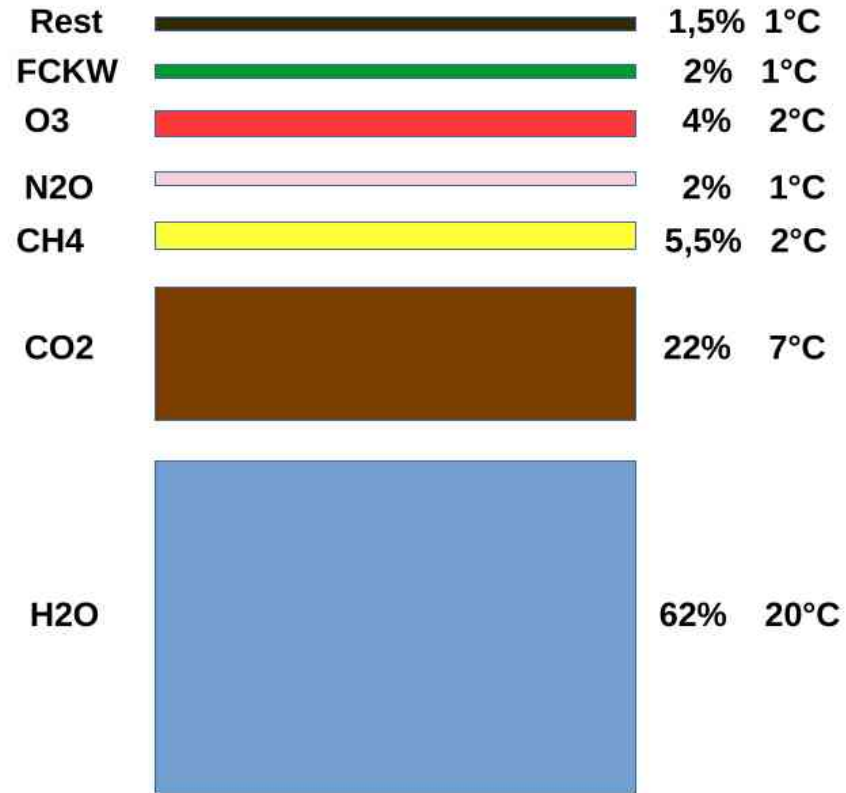
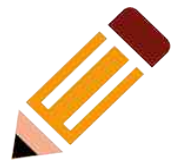
Bei dem zuletzt genannten Wert von $0,65^{\circ}\text{C}$ Temperaturerhöhung dürfte es sich um einen konservativen Wert handeln.

Statt der zuvor genannten 3.5 W/m^2 die in anderen Publikationen genannt werden, bzw. $3,7 \text{ W/m}^2$, die IPCC verwendete, in AR6 sogar $3,95 \text{ W/m}^2$ nennt, kommen Happer und Wijngaarden nur auf $2,5 - 3 \text{ W/m}^2$, wodurch die Temperaturerhöhung aufgrund von CO_2 - Verdopplung bei weniger als einem halben Grad liegen dürfte.

Also einem Drittel der Temperaturerhöhung seit 150 Jahren.

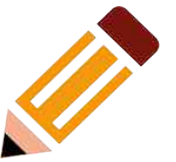
Welche Anteile am natürlichen Klimateffekt die verschiedenen Gase in der Atmosphäre haben, zeigt die folgende Abbildung.

Treibhauseffekt und Klimawandel



Klimawirksame Gase, Quelle der Daten Bildungserver

Treibhauseffekt und Klimawandel



Als ich eine Frage bezüglich der Wirkung von zusätzlichem Wasserdampf hatte, antwortete Prof. Happer wie folgt:

Dear Reinhard,

I presume you are talking about the paper "Dependence of Earth's Thermal Radiation on Five Most Abundant Greenhouse Gases."

<https://arxiv.org/pdf/2006.03098>

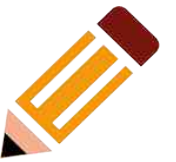
The five gases, in order of importance are H₂O, CO₂, O₃, CH₄ and N₂O. We always list H₂O as the most important greenhouse gas and we give lots of quantitative numbers for its effects.

Will

William Happer <happer@princeton.edu>;

Seriöse Wissenschaftler geben also immer den Einfluss vom Wasserdampf mit an und „vergessen“ diesen nicht um die Wirkung vom CO₂ stärker aussehen zu lassen.

Treibhauseffekt und Klimawandel



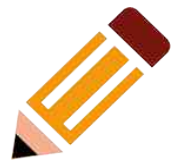
Welchen Einfluss die zahlreichen Gase in der Atmosphäre am Klimawandel haben zeigt die folgende Tabelle vom IPCC.

Der größte Beitrag kommt hier vom CO_2 , da man Wasserdampf nicht erwähnt.

Die weiteren Beiträge gehen hinunter bis auf $0,001 \text{ W/m}^2$

Am unteren Ende die geringen Restbeiträge der als Sicherheitskältemittel bezeichneten halogenierten Kohlenwasserstoffe, die seit dem Montreal-Abkommen nicht mehr verwendet werden und sich in der Atmosphäre langsam abbauen.

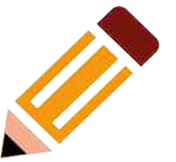
Treibhauseffekt und Klimawandel



	Concentration				ERF with Respect to 1850		ERF with Respect to 1750	
	2019	2011	1850	1750	2019	2011	2019	2011
CO ₂ (ppm)	409.9	390.5	285.5	278.3	2.012 ± 0.241	1.738	2.156 ± 0.259	1.882
CH ₄ (ppb)	1866.3	1803.3	807.6	729.2	0.496 ± 0.099	0.473	0.544 ± 0.109	0.521
N ₂ O (ppb)	332.1	324.4	272.1	270.1	0.201 ± 0.030	0.177	0.208 ± 0.031	0.184
HFC-134a	107.6	62.7	0.0	0.0	0.018	0.010	0.018	0.010
HFC-23	32.4	24.1	0.0	0.0	0.006	0.005	0.006	0.005
HFC-32	20.0	4.7	0.0	0.0	0.002	0.001	0.002	0.001
HFC-125	29.4	10.3	0.0	0.0	0.007	0.002	0.007	0.002
HFC-143a	24.0	12.0	0.0	0.0	0.004	0.002	0.004	0.002
SF ₆	10.0	7.3	0.0	0.0	0.006	0.004	0.006	0.004
CF ₄	85.5	79.0	34.0	34.0	0.005	0.004	0.005	0.004
C ₂ F ₆	4.8	4.2	0.0	0.0	0.001	0.001	0.001	0.001
CFC-11	226.2	237.3	0.0	0.0	0.066	0.070	0.066	0.070
CFC-12	503.1	528.6	0.0	0.0	0.180	0.189	0.180	0.189
CFC-113	69.8	74.6	0.0	0.0	0.021	0.022	0.021	0.022
CFC-114	16.0	16.3	0.0	0.0	0.005	0.005	0.005	0.005
CFC-115	8.7	8.4	0.0	0.0	0.002	0.002	0.002	0.002
HCFC-22	246.8	213.2	0.0	0.0	0.053	0.046	0.053	0.046
HCFC-141b	24.4	21.4	0.0	0.0	0.004	0.003	0.004	0.003
HCFC-142b	22.3	21.2	0.0	0.0	0.004	0.004	0.004	0.004
CCl ₄	77.9	86.1	0.0	0.0	0.013	0.014	0.013	0.014
Sum of HFCs (HFC-134a equivalent)	237.1	128.6	0.0	0.0	0.040	0.022	0.040	0.022
Sum of CFCs+HCFCs+other ozone depleting gases covered by the Montreal Protocol (CFC-12 equivalent)	1031.9	1050.1	0.0	0.0	0.354	0.362	0.354	0.362
Sum of PFCs (CF ₄ equivalent)	109.4	98.9	34.0	34.0	0.007	0.006	0.007	0.006
Sum of Halogenated species					0.408 ± 0.078	0.394	0.408 ± 0.078	0.394
Total					3.118 ± 0.258	2.782	3.317 ± 0.278	2.981

Quelle: IPCC AR6, WG1, Seite 948

Treibhauseffekt und Klimawandel



Wie gering der Einfluss vom CO₂ schon zu Beginn der Industrialisierung war, und wie sich die zusätzliche Wirksamkeit in den vergangenen Jahrzehnten abgeschwächt hat, zeigt das folgende Bild.

Daran anschließend sehen wir die Einflüsse auf das Klima bei klarem Himmel, im Vergleich zu einer späteren Darstellung der Einflüsse bei bedecktem Himmel.

Treibhauseffekt und Klimawandel

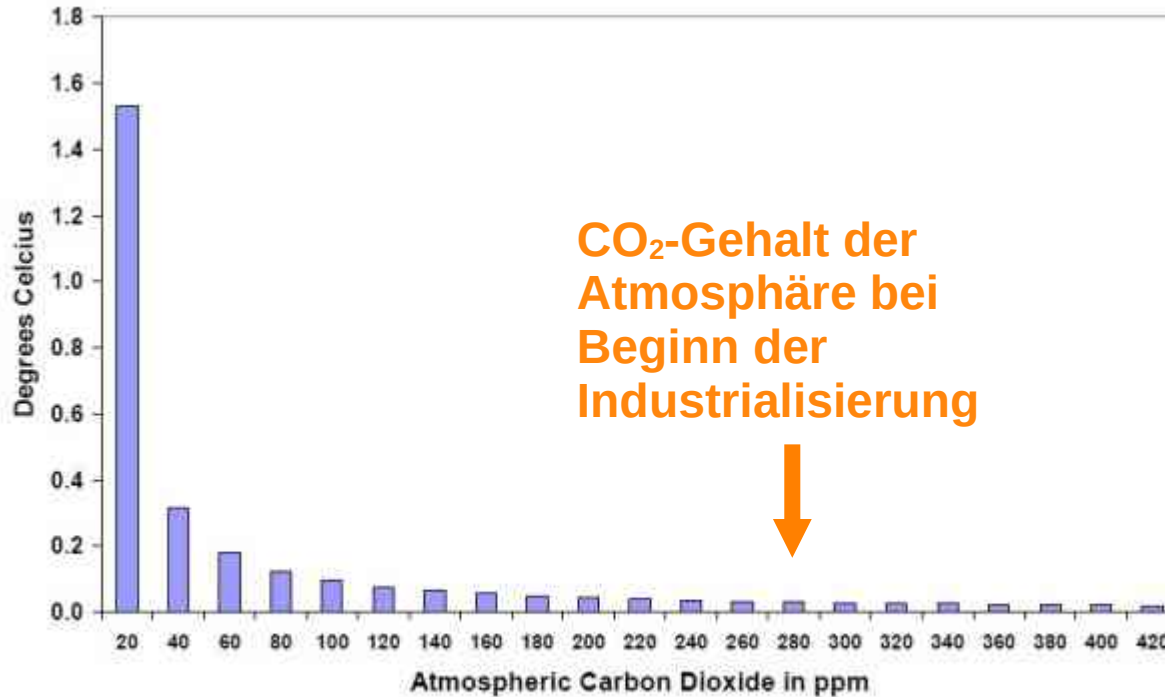
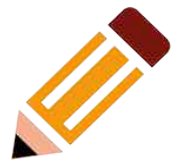
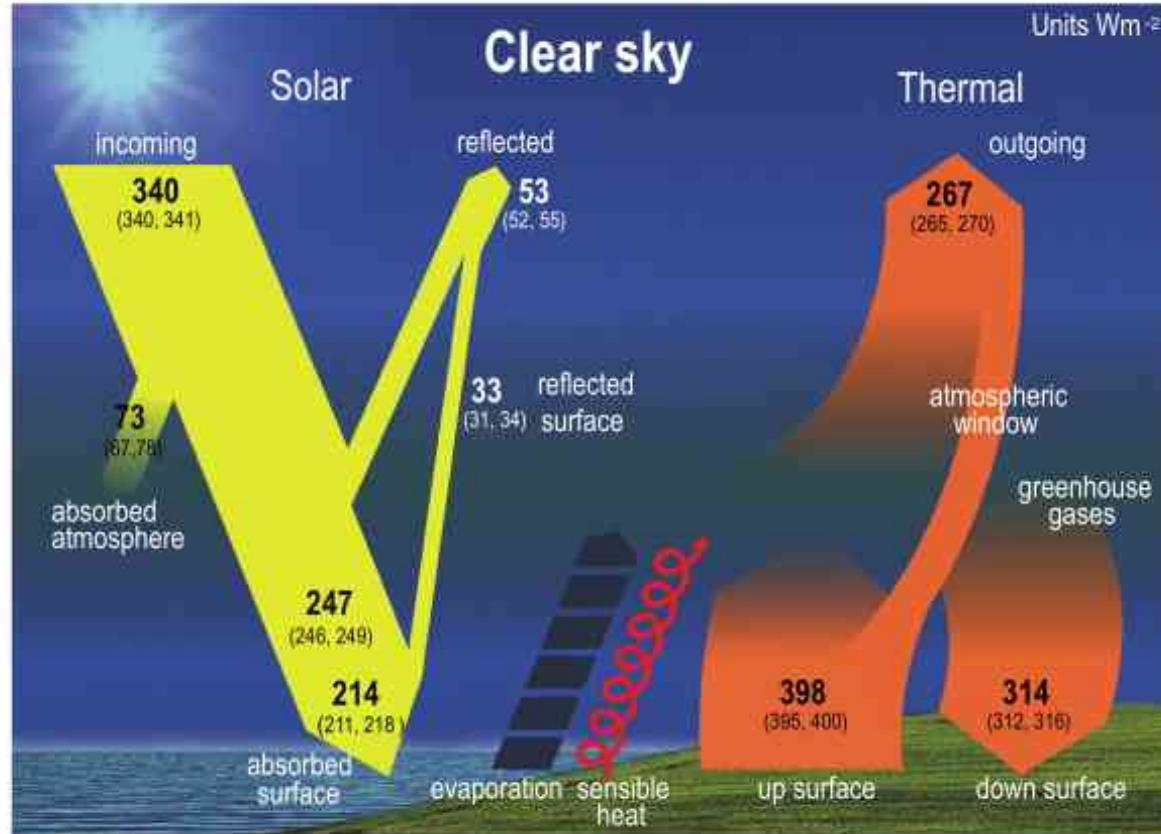
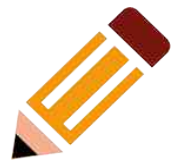


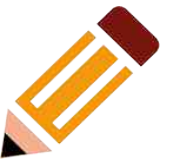
Bild 7: Wirkung des CO₂ und Anstieg der mittleren Erdtemperatur
Quelle: Heinz Hug; Anthropogener Treibhauseffekt

Treibhauseffekt und Klimawandel



Quelle: IPCC AR6, WG1, Seite 934

Treibhauseffekt und Klimawandel

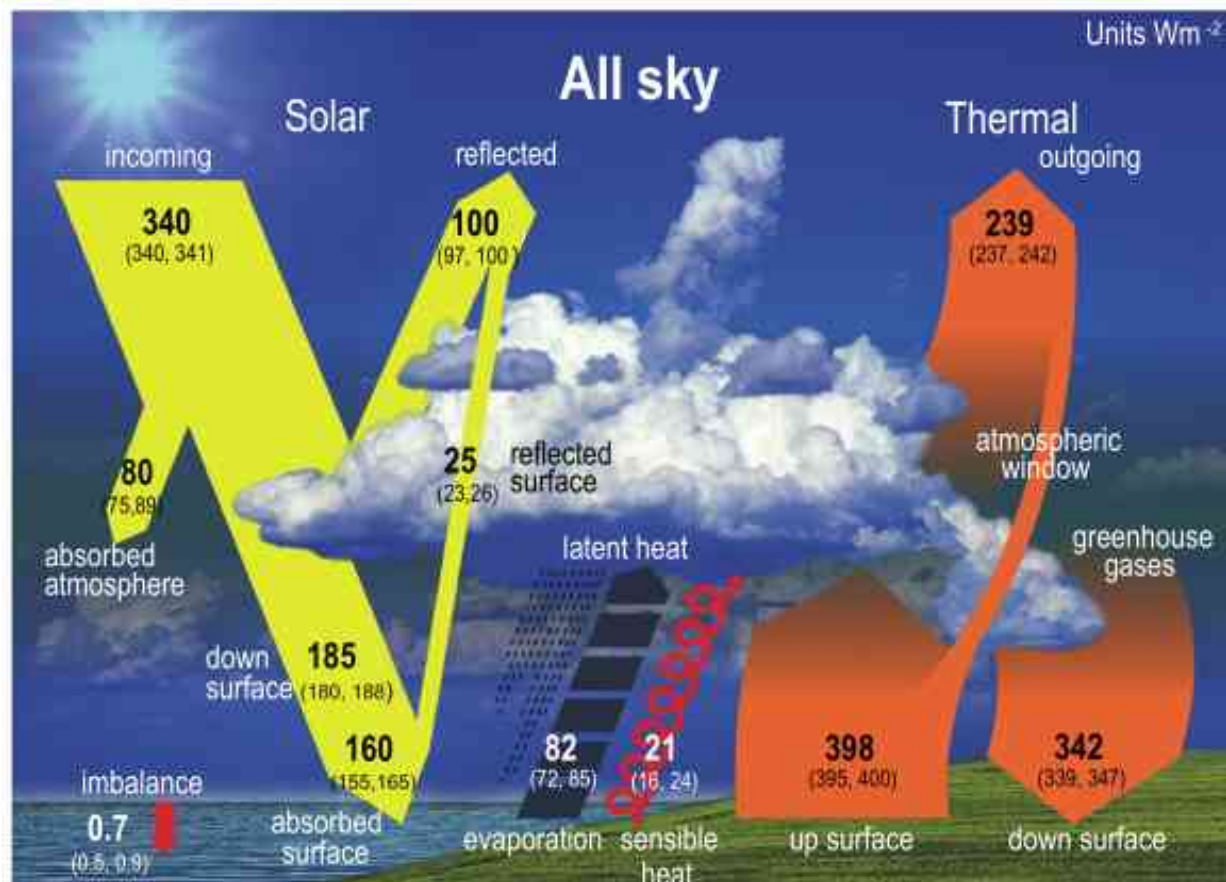
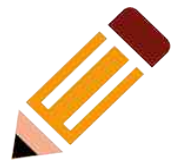


Während die physikalischen Vorgänge bei einer Erde ohne Atmosphäre und ohne Wasser ganz einfach zu berechnen sind, ist das bei der vorhandenen Atmosphäre mit den klimawirksamen Anteilen der Gase komplizierter und bei dem, was wir in der folgenden Abbildung sehen, noch einmal wesentlich schwieriger.

Ursächlich dafür sind die Wolken.

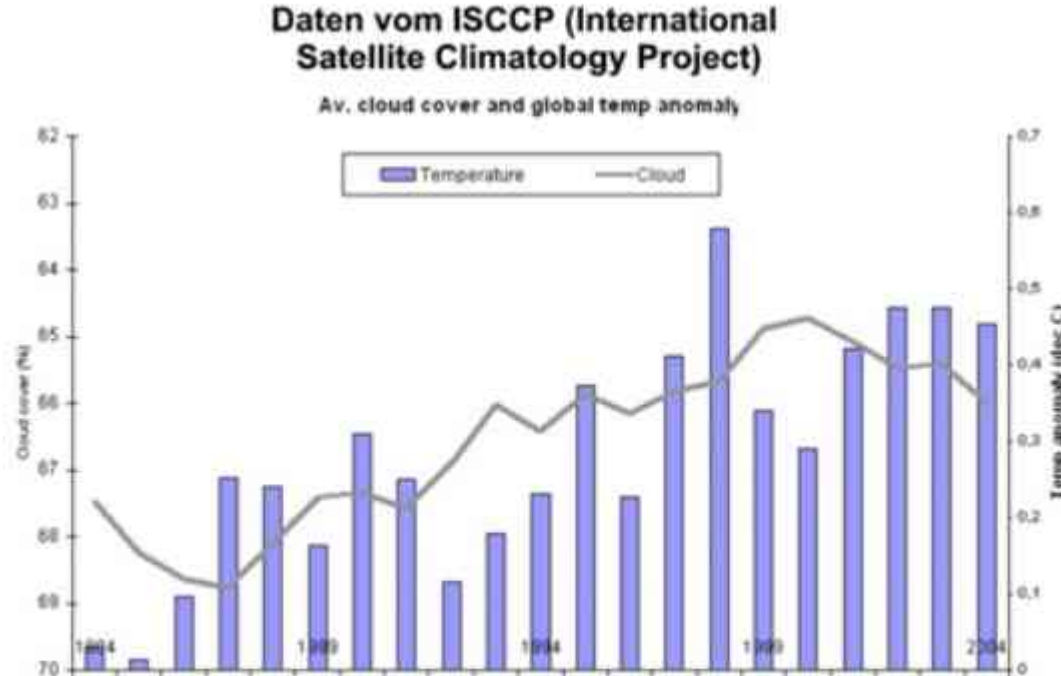
Je nachdem, welche Struktur die Wolken haben, können sie kühlend oder erwärmend wirken.

Treibhauseffekt und Klimawandel



Quelle: IPCC AR6, WG1, Seite 934

Treibhauseffekt und Klimawandel



Wie wir in dieser Graphik leicht erkennen laufen Wolkenbedeckung und Temperatur nicht annähernd parallel.

((Bild 16: Wolkenbedeckung (Wolkendichte) und globale Temperatur))

Quelle: Heinz Hug; Anthropogener Treibhauseffekt

Treibhauseffekt und Klimawandel



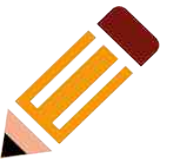
Ohne den Treibhauseffekt hätten wir auf der Erdoberfläche eine mittlere Temperatur von -19 Grad Celsius.

(Quelle: IPCC_sar_wg_1_full_report.pdf; Seite 57)

Der sogenannte natürliche Treibhauseffekt steigerte die Temperatur um 33 Grad auf eine mittlere Temperatur von +14 Grad Celsius.

Durch den sogenannten Klimawandel wurden inzwischen schon +15°C erreicht.

Treibhauseffekt und Klimawandel

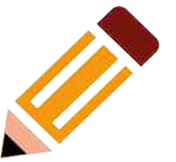


Andere Quellen nennen als Temperatur ohne Atmosphäre -18°C .

Erwärmung durch die klimawirksamen Gase um 33°C auf $+15^{\circ}\text{C}$

Da ist dann 1°C als Klimaerwärmung nicht erkennbar.

Treibhauseffekt und Klimawandel

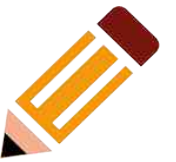


Für eine Verdopplung des CO₂- Gehaltes der Atmosphäre gibt IPCC auf der IPCC AR6, WG1, Seite 945 einen Wert von 3.93 W/m² an.

(Assessed effective radiative forcing (ERF), stratospheric-temperature-adjusted radiative forcing (SARF) and tropospheric adjustments to 2×CO₂ change since pre-industrial times).

Das ist bei Weitem weniger, als für die von IPCC postulierte Temperatursteigerung erforderlich wäre.

Treibhauseffekt und Klimawandel



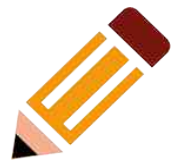
Diese nicht stimmigen Verhältnisse wurden von Prof. Hayden in der folgenden Graphik dargestellt.

Für die postulierte Temperaturerhöhung wären andere Zahlen nötig, als in den wissenschaftlichen Berichten angegeben.

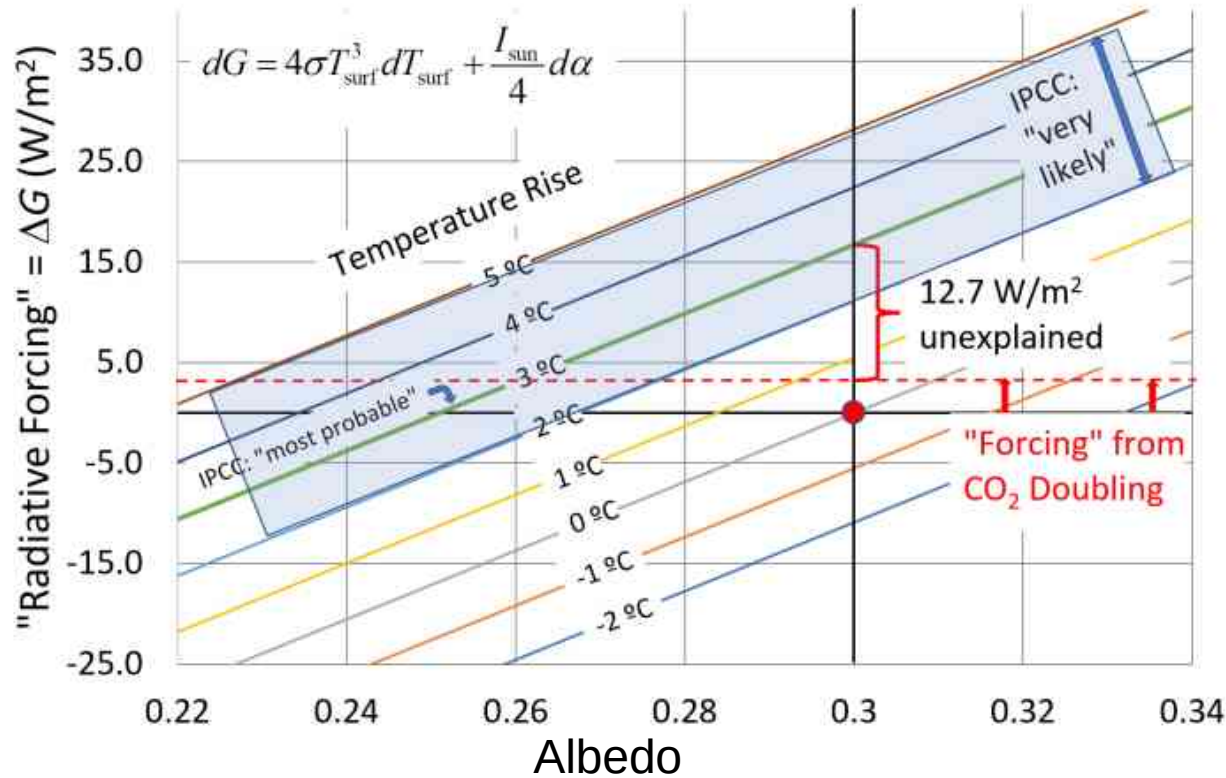
Mit dem von IPCC angegebenen Wert von $3,93 \text{ W/M}^2$ erreicht man die, angeblich bei Verdopplung des CO_2 - Gehaltes der Atmosphäre auftretende Temperatursteigerung bei Weitem nicht.

Dazu folgt eine Graphik sowie eine Tabelle von Prof. Hayden.

Treibhauseffekt und Klimawandel

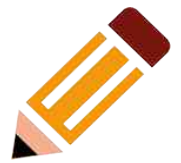


Climate Constraint Equation



Quelle: Howard (Cork) Hayden, Climate Physics 1 thru 10.pdf

Treibhauseffekt und Klimawandel



Howard „Cork“ Hayden berichtet hierzu als Ergebnis mit Differentialrechnung folgende Ergebnisse:
Basic Climate Physics, Howard "Cork" Hayden, Prof. Emeritus of Physics, UConn,
corkhayden@comcast.net

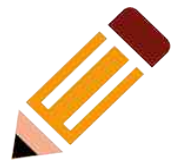
Da im Oktober 2021 noch nicht alle Bände zu AR6 veröffentlicht waren, lag der neue IPCC-Wert von $3,93 \text{ W/m}^2$ noch nicht vor.

Sich dadurch ergebende marginale Veränderungen wurden von mir in Klammern ergänzt.

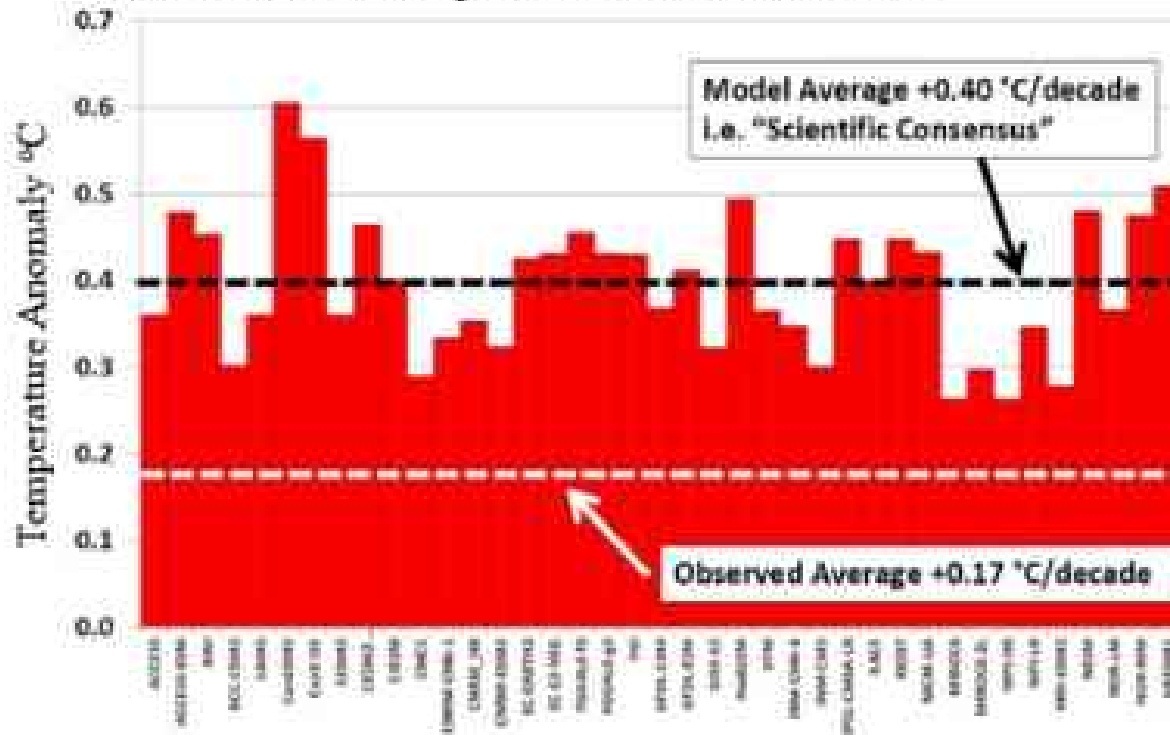
Temperature increase (°C)	Increase in IR from surface (W/m^2)	Increase in G due to CO_2 (W/m^2)	Difference unaccounted for (W/m^2)
2	10,9	3,7 (3,93)	7,2 (6,97)
3	16,4	3,7 (3,93)	12,7 (12,47)
4	21,9	3,7 (3,93)	18,2 (17,97)
5	27,4	3,7 (3,93)	23,7 (23,47)

Einen weiteren erheblichen Unterschied zwischen Verlautbarung vom Weltklimarat IPCC und den Beobachtungen zeigt die folgende Graphik von Prof. Wijngaarden.

Treibhauseffekt und Klimawandel

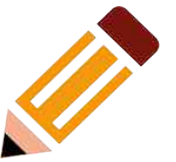


a) 39 IPCC Climate Model Simulations
300 – 200 hPa Temperature Trend 1979-2019



Quelle: Impact of Changing Greenhouse Gas Concentrations on Ontario's Climate
W. A. van Wijngaarden
August 28, 2023

Treibhauseffekt und Klimawandel



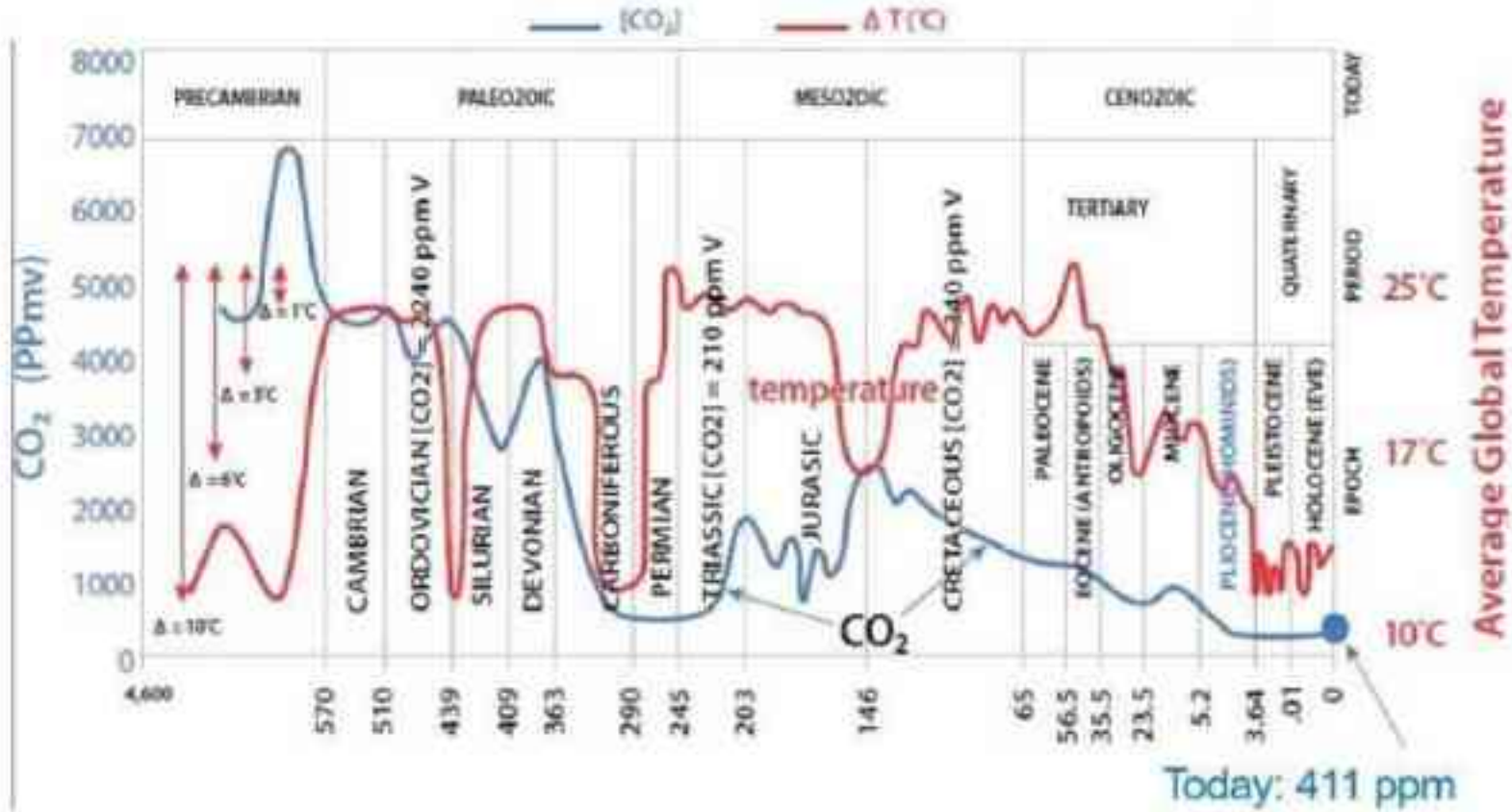
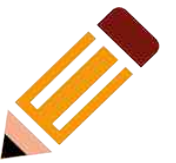
Zum Abschluss noch etwas Klimageschichte.

Wie sich Eiszeiten und Zwischeneiszeiten in den vergangenen Hunderttausenden von Jahren abgelöst haben, ohne das die Menschen Kohle, Erdöl oder Erdgas verfeuerten, zeigt das kommende Bild.

Das daran anschließende Bild zeigt den Gehalt an CO_2 in der Atmosphäre in dieser fernen Zeit, d.h um die 500 Millionen Jahre in die Vergangenheit geblickt, woraus problemlos zu erkennen ist, das hier kein gegenseitiger Einfluss zwischen CO_2 und Temperatur gegeben war.

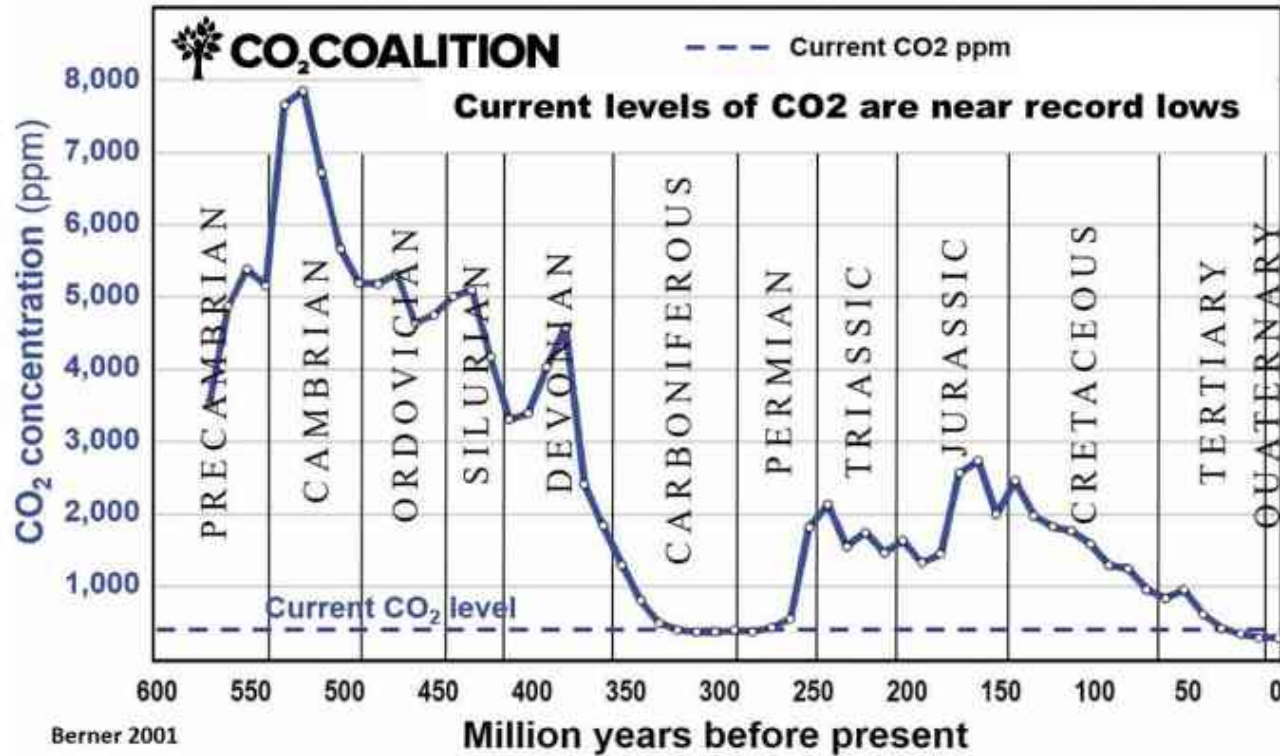
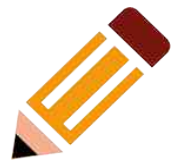
Im Detail unterscheidet sich der CO_2 - Gehalt in den beiden Graphiken etwas, aber der generelle Trend ist eindeutig.

Treibhauseffekt und Klimawandel



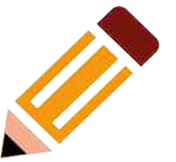
Happer / Lindzen; Comment and Declaration on the SEC's Proposed Rule "The Enhancement and Standardization of Climate-Related Disclosures for Investors," File No. S7-10-22, 87 Fed. Reg. 21334 (April 11, 2022)

Treibhauseffekt und Klimawandel



The omitted data shows that that today's 415 ppm CO₂ level is near a record low, not a record high, and that the 135 ppm increase over the past two centuries is trivially small compared to changes in the geological history of life on Earth.

Treibhauseffekt und Klimawandel



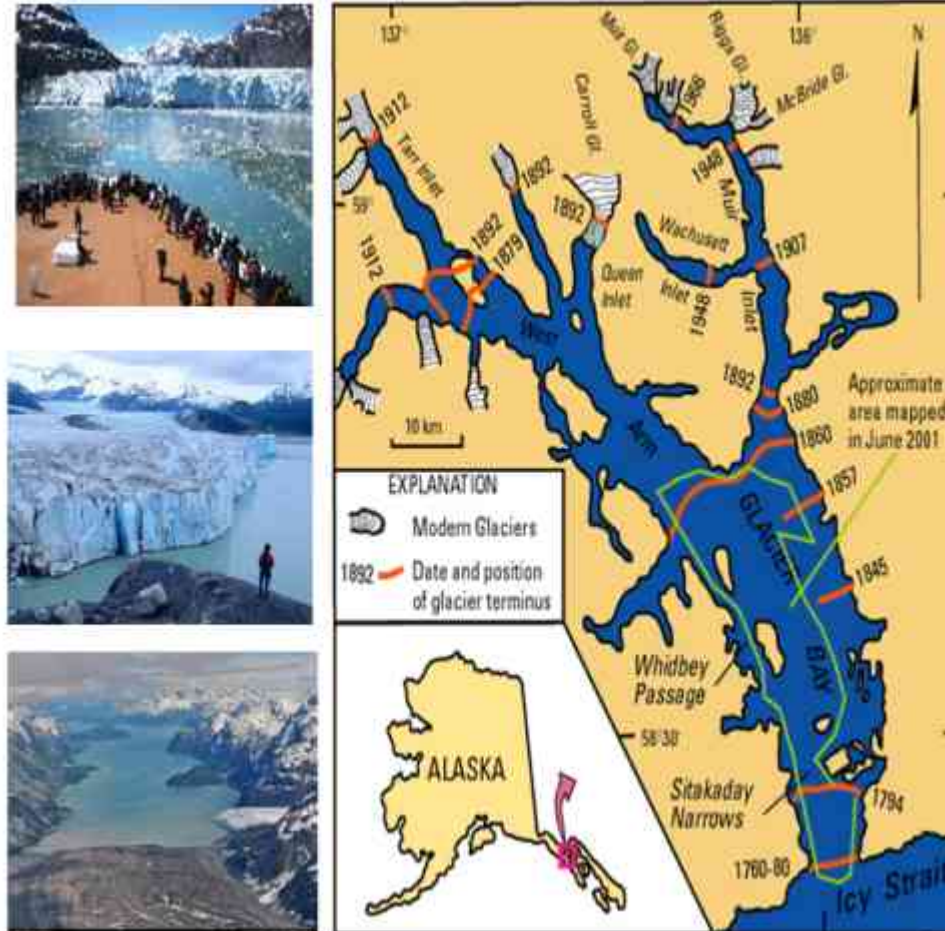
Da wir mit der Eiszeit schon in der Vergangenheit sind, möchte ich an dieser Stelle noch ein Beispiel für abschmelzende Gletscher zeigen, die ja häufig als Zeugnisse für den menschengemachten Klimawandel herhalten müssen.

Wie das folgende Bild eindrucksvoll zeigt, begann der schnelle Rückzug der Gletscher schon, als die Menschheit nur wenige Bruchteile der heutigen CO₂- Menge emittierte.

Zu einem Kipppunkt ist es seit dem Ende der letzten Eiszeit nicht gekommen, obwohl es schon wärmer war als gegenwärtig.

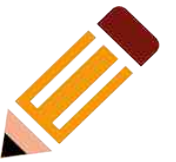
Auch in der Eem Zwischeneiszeit vor etwa 120.000 Jahren, als es 2 bis 3 Grad wärmer war als jetzt, ist das Klima nicht gekippt, bevor die letzte Eiszeit begann.

Treibhauseffekt und Klimawandel



Quelle: Impact of Changing Greenhouse Gas Concentrations on Ontario's Climate
 W. A. van Wijngaarden
 August 28, 2023

Treibhauseffekt und Klimawandel

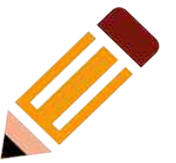


Und zum Abschluss meines Vortrags ein Bild über den Nutzen von CO₂.

Es zeigt, wie ein höherer Gehalt an CO₂ in der Atmosphäre das Pflanzenwachstum bei kalabrischen Kiefern beschleunigt.

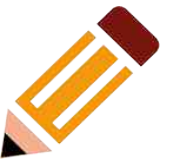
Es sind die Ergebnisse eines Experiments mit höheren CO₂- Gehalten in der Luft, das beim US- Water Conservation Laboratory in Phoenix, Arizona, im Jahre 1979 durchgeführt wurde.

Treibhauseffekt und Klimawandel



Quelle: Impact of Changing Greenhouse Gas Concentrations on Ontario's Climate
W. A. van Wijngaarden, August 28, 2023

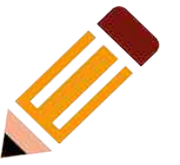
Treibhauseffekt und Klimawandel



Ein sinkender Gehalt an CO₂ bremst dagegen das Pflanzenwachstum, sie verkümmern.

Bei weniger als 150ppmv stellen die letzten derjenigen Pflanzen, die uns als Nahrungsmittel dienen, die Photosynthese ein und sterben.

Damit verhungern auch wir Menschen.



ENDE