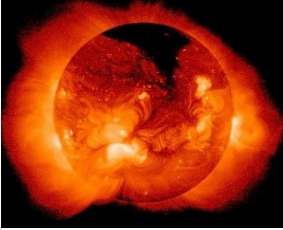


$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$



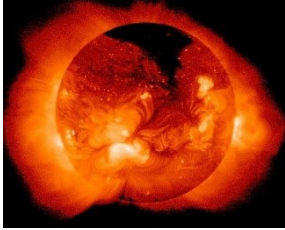
Berechnung absoluter Temperaturen mit dem konvektiv-adiabatischen Modell

Dr.-Ing. Bernd Fleischmann

info@klima-wahrheiten.de

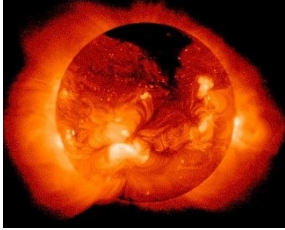
$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Zusammenfassung



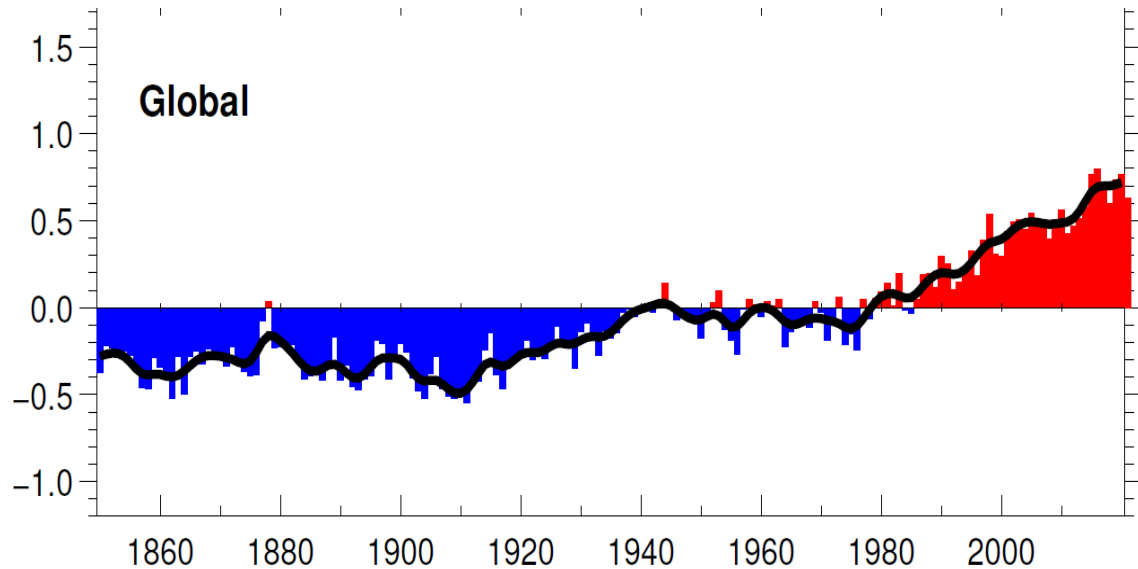
- Die Temperaturentwicklung seit dem Ende der Kleinen Eiszeit korreliert nicht mit dem CO₂-Anstieg.
- Die Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells zeigt, dass bereits vor 150 Jahren die Ursache für die Temperaturgradienten in den Planetenatmosphären bekannt waren.
- Mit diesem Modell versuchte Carl Sagan 1960 die Temperatur auf der Venus zu berechnen. Er scheiterte, weil die damaligen Schätzungen zu Atmosphärendruck und –Temperatur falsch waren. Deshalb postulierte er den „galoppierenden Treibhauseffekt“ auf der Venus.
- Dieser Begriff hält sich bis heute bei den Klimaalarmisten, obwohl man mit dem konvektiv-adiabatischen Modell die tatsächliche Temperatur der Venus richtig berechnen kann.
- Die Berechnung der Temperatur der Erde ist im Allgemeinen nicht möglich, aber es klappt für die konstanten Verhältnisse am Äquator.
- Der postulierte „Treibhauseffekt“ durch CO₂ wird durch große Gebiete mit Temperaturinversion und unter dichten Wolken abgeschwächt.
- Rückkopplungen durch z. B. Wasserdampf können in Summe nicht positiv sein, sonst wäre das Klima instabil.
- Für diese Arbeit wurde keine neue Theorie entwickelt.
- Sie basiert auf gründlicher Recherche und dem Abgleich von Theorien und Messwerten.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$



Vorbemerkungen

- Motivation: der CO₂-Anstieg korreliert nicht mit der Temperaturentwicklung der letzten 150 Jahre.
(Grafik: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>)



1910 bis 1940: Anstieg um 0,5 °C

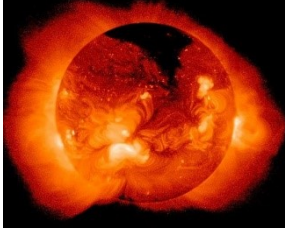
1990 bis 2020: Anstieg um 0,5 °C

Der CO₂-Anstieg war von 1990 bis 2020
siebenmal so hoch wie von 1910 bis 1940!

Auch der Temperaturrückgang von 1945 bis
1975 korreliert nicht mit dem CO₂-Anstieg.

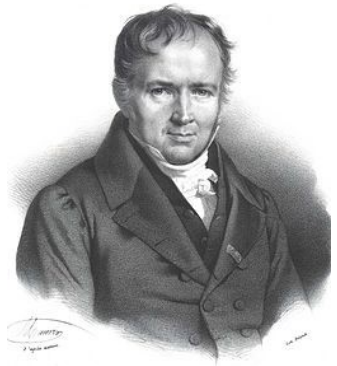
- IPCC Bericht AR5 von 2013: „**Eine Verdoppelung des CO₂-Gehalts führt mit 85 % Wahrscheinlichkeit zu einer Temperaturerhöhung von 1 °C bis 6 °C.**“ **Das ist ein Zeichen von Nichtwissen.**
- Die Fußnote dazu lautet (sie bedeutet, **dass die Modelle nicht mit den Messungen übereinstimmen**):
„**Es kann jetzt keine beste Schätzung für die Gleichgewichtsklimasensitivität gegeben werden, da zwischen den bewerteten Beweislinien und Studien keine Übereinstimmung über die Werte herrscht.**“

$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$ Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



Siméon Denis Poisson

Er beschreibt die Adiabatangleichungen, gültig für Zustandsänderungen, bei denen keine Wärme mit der Umgebung ausgetauscht wird, z.B.



$$T^{\gamma} p^{1-\gamma} = \text{const.}$$

Umgeschrieben:

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

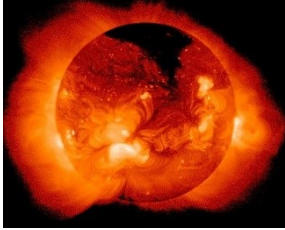
γ ist das Verhältnis der Wärmekapazitäten eines Gases bei konstantem Druck c_p und bei konstantem Volumen c_v :

$$\gamma = c_p / c_v$$

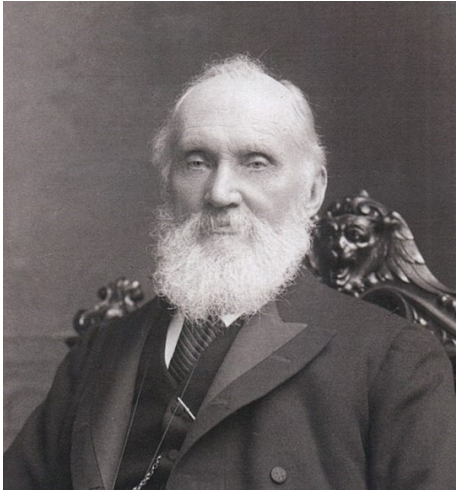
Wenn der Druck zunimmt, nimmt auch die Temperatur zu.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



William Thomson (Lord Kelvin)



„On the Convective Equilibrium of Temperature in the Atmosphere“, 1862:

„Wenn alle Teile einer Flüssigkeit sich frei bewegen können und nur wenig von Strahlung und Wärmeleitung beeinflusst sind,

- *ist die Temperatur in einem Stadium des konvektiven Gleichgewichts.*
- *Die **Gleichungen des konvektiven Gleichgewichts** in der Atmosphäre sind ...*

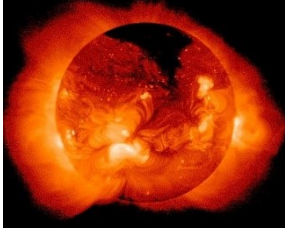
$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}} = \frac{t}{t_0}$$

Das ist die Adiabatengleichung. $\gamma = 1,41$. Und nach kurzer Spekulation darüber, ob Strahlung für den gemessenen, gegenüber trockener Luft reduzierten Temperaturgradienten verantwortlich sein könnte:

- *„Die Erklärung von Dr. Joule ist korrekt, dass die Kondensation von Wasserdampf in aufsteigender Luft der Hauptgrund dafür ist, dass die Temperaturabnahme so viel geringer ist als man in trockener Luft erwartet.“*

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



James Clerk Maxwell



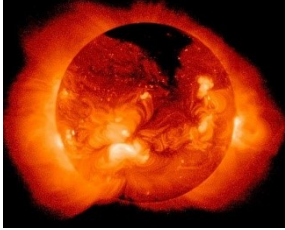
Maxwell hat mit seinen Büchern mitbegründet:

- die kinetische Wärmetheorie („Theory of Heat“)
- die Regelungstechnik und Stabilitätsanalyse („On Governors“)
- die Theorie der Elektrodynamik und Optik („A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field“)
- und nebenbei die Farbfotografie erfunden.

Würden die Treibhaustheoretiker Maxwells Arbeiten kennen und verstehen, gäbe es keine Klimahysterie.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



James Clerk Maxwell

Aus seinem Buch „Theory of Heat“ von 1871:



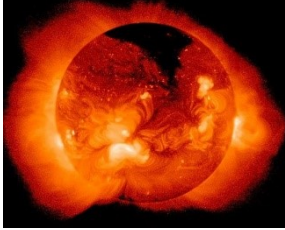
- Gravitation hat in einer ruhenden Gassäule keinen Einfluss auf das thermische Gleichgewicht.
- Das ist jedoch keinesfalls anwendbar auf die Atmosphäre, in der die Sonnenstrahlung das thermische Gleichgewicht stört und ständig Luftmassen von einer Höhe auf eine andere gehoben werden.
- **Dadurch besteht ein konvektives Gleichgewicht der Wärme, in dem nicht mehr die Temperatur konstant ist, sondern die Energie (Höhenenergie plus kinetische Energie).**
- Der Temperaturgradient folgt aus der Adiabatengleichung:

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

γ gibt Maxwell an zu 1,408 für Luft.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



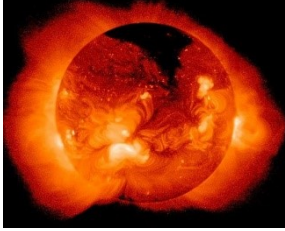
- Der Energieerhaltungssatz bedeutet in der Atmosphäre, dass Moleküle, die nach oben steigen, an potentieller Energie gewinnen und an kinetischer Energie verlieren.
- Das gilt umgekehrt für absinkende Luftmassen.
- Es muss noch ergänzt werden um die Energieumwandlung durch Phasenübergänge in einer feuchten Atmosphäre und Strahlungsabsorption und –Emission.

γ wird auch als Adiabatenexponent oder Isentropenexponent bezeichnet.

- $\gamma = 1 + 2/F$. F ist die Anzahl der Freiheitsgrade der Moleküle.
- $\gamma = 1,667$ für einatomige Gase wie Argon (nur 3 translationale Freiheitsgrade)
- $\gamma = 1,4$ für zweiatomige Gase wie N₂ und O₂ (5 effektive Freiheitsgrade)
- **$\gamma = 1,402$ für trockene Luft**
- **$\gamma = 1,286$ für CO₂** (7 effektive Freiheitsgrade für dreiatomige lineare Moleküle)
- $\gamma = 1,333$ für H₂O (6 effektive Freiheitsgrade für dreiatomige gewinkelte Moleküle)

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



Štefan und Boltzmann



Jožef Štefan stellt 1879 fest, dass die von einem erhitzten Körper ausgestrahlte Energiemenge proportional zur 4. Potenz der absoluten Temperatur des Strahlers ist.

Ludwig Boltzmann, ein Schüler Štefans, kann es 1884 theoretisch herleiten:

$$P = \sigma \cdot A \cdot T^4$$

Das ist das Štefan-Boltzmann-Gesetz.

$\sigma = 5,67 \cdot 10^8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$ ist die Štefan-Boltzmann-Konstante

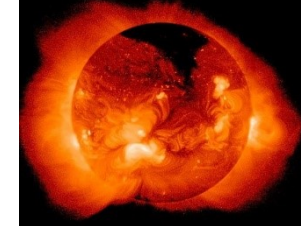
Štefan hat als erster die Temperatur der Sonne berechnet.



Jetzt benötigen Sie nur noch die Daten zur Zusammensetzung der Planetenatmosphären und Sie können die Planetentemperaturen selbst berechnen.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



Karl Schwarzschild



Karl Schwarzschild hat die ersten genauen Lösungen der Feldgleichungen der allgemeinen Relativitätstheorie erarbeitet und grundlegende Arbeiten über schwarze Löcher geschrieben.

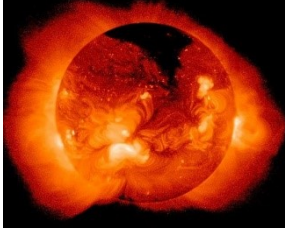
1906 schrieb er einen Artikel „[Ueber das Gleichgewicht der Sonnenatmosphäre](#)“, der sich im hauptsächlichen mit dem Strahlungsgleichgewicht in der Sonne befasst. Dass das auf die Erdatmosphäre so nicht anwendbar ist, steht gleich am Anfang: **„Im Vordergrund der Betrachtung stand bisher allgemein das sogenannte Adiabatische Gleichgewicht, wie es in unserer Atmosphäre herrscht, wenn sie von auf- und absteigenden Strömungen gründlich durchmischt ist.“**

Zwei Seiten später steht dann die Formel von Poisson und es folgt die Herleitung des trockenadiabatischen Temperaturgradienten für die Erdatmosphäre von 1 °C pro 100 m Höhendifferenz.

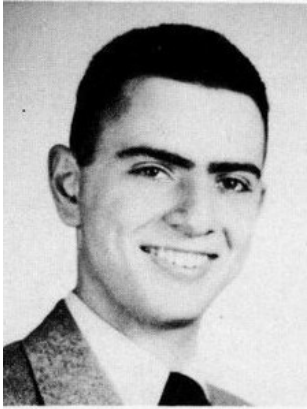
Karl Schwarzschild ist also ein weiterer Kronzeuge für die Richtigkeit des konvektiv-adiabatischen Gleichgewichts in der Erdatmosphäre.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



1960 Carl Sagan Sagan hat die Temperatur der Venus zuerst mit der Strahlungsbilanz an der Wolkendecke und der Adiabatengleichung berechnet in „The Radiation Balance of Venus“ ([NASA Contract No. NASw-6](#)).



„Im Licht der Evidenz wird angenommen, dass die konvektive Atmosphäre im adiabatischen Gleichgewicht ist von der Region der Wolkenschicht bis herunter zur Oberfläche. ... Druck und Temperatur sind über die Poisson-Gleichung verknüpft

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\gamma/\gamma-1}$$

wobei γ das Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten ist.“

Abgesehen von der fehlenden Klammer um $\gamma-1$ ist das die Formel von Poisson.

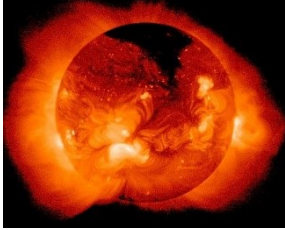
Weil die Dicke der Venusatmosphäre (30 km) und der Druck auf der Oberfläche (4 bar) damals falsch geschätzt wurden (es gab noch keine Venus-Sonden), erhielt er eine zu niedrige Temperatur.

Deswegen hat er einen „galoppierenden Treibhauseffekt“ postuliert.

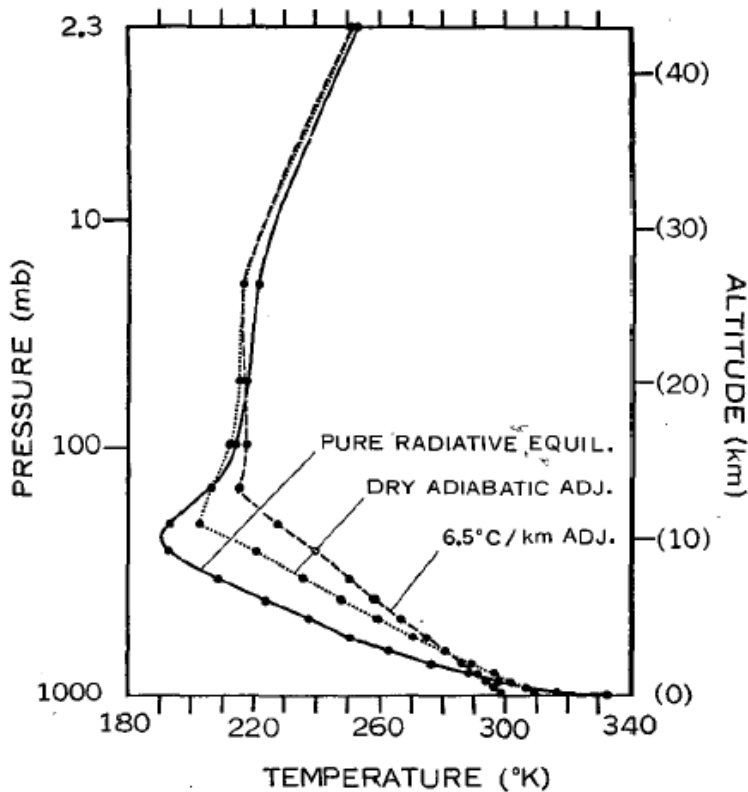
Im Buch „Cosmos“ hat er einen „galoppierenden Treibhauseffekt“ auch für die Erde prophezeit, sollte sie sich um 1 oder 2 °C aufwärmen. Offenbar hat er nicht gewusst, dass die Erde im Atlantikum und in der Eem-Warmzeit diese Schwelle – heute sagen Klimaalarmisten dazu „Kipppunkt“ – deutlich überschritten hatte. **Seine Fehler halten sich bis heute.**

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



1964 Manabe und Strickler



Das auf dem Strahlungsgleichgewicht beruhende Klimamodell von Manabe zeigt einen unphysikalischen Temperaturverlauf in Abhängigkeit von der Höhe. Dadurch ergibt sich eine Oberflächentemperatur der Erde von 60 °C statt 15 °C. Deshalb ist eine „konvektive Korrektur“ notwendig.

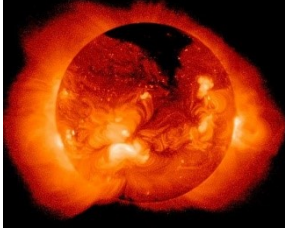
Manabe selbst sagte dazu:

“Man muss wissen, wie die konvektive Korrektur einige der unrealistischen Ergebnisse des Strahlungsgleichgewichts korrigiert”.

Mit dem Kohlendioxid-Treibhausmodell kann man absolute Temperaturen nicht richtig berechnen. Seither sagen die Treibhaustheoretiker, dass die Berechnung der absoluten Temperatur nicht wichtig ist. Es kommt angeblich nur auf die Klimasensitivität an.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



Robinson und Catling (NASA Astrobiology Institute's Virtual Planetary Laboratory) schreiben in „An Analytic Radiative-Convective Model for Planetary Atmospheres“, [The Astrophysical Journal, 2012](#)

„Strahlungsgleichgewichtsmodelle neigen dazu, Regionen in der Troposphäre zu haben, in denen ... Konvektion stattfinden sollte.

Dieser Prozess ist nicht in die Modelle integriert, aber Teil der wesentlichen Physik der Planetenatmosphäre.

Daher vernachlässigen Strahlungsgleichgewichtsmodelle die physikalischen Grundlagen der thermischen Struktur.“

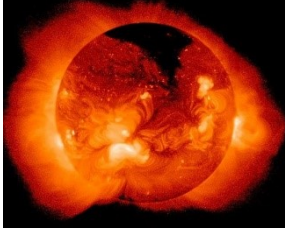
Planetarische Troposphären sind nicht trocken-adiabatisch wegen der Kondensation von Gasen während der Konvektion:

$$T = T_0 \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\alpha(\gamma - 1)/\gamma}$$

Der Faktor α (zwischen 0,6 und 0,9; 0,8 für die Venus) steht für die frei werdende Kondensationswärme.

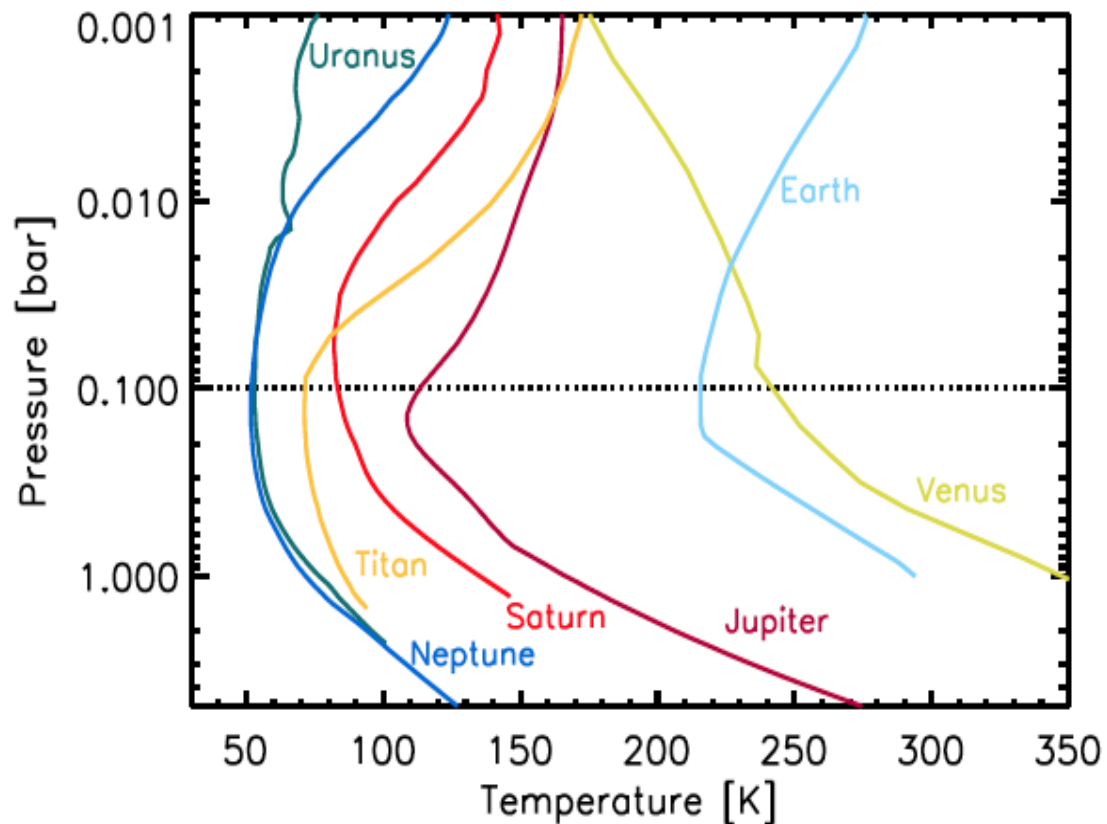
$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Eine kleine Geschichte des konvektiv-adiabatischen Modells



Robinson und Catling (NASA Astrobiology Institute's Virtual Planetary Laboratory)

„Common 0.1 bar tropopause in thick atmospheres set by pressure-dependent infrared transparency“
([nature geoscience letters, 2013](#))



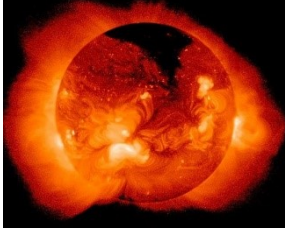
In allen untersuchten Planeten (Erde, Titan, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) **separiert die Tropopause eine Stratosphäre** mit einem Temperaturprofil, das durch die Absorption der Sonnenstrahlung kontrolliert ist, **von einer Region darunter, die durch Konvektion, Wetter und Wolken charakterisiert ist.**

Mit dem Strahlungsgleichgewicht an der Wolkendecke und dem konvektiv-adiabatischen Modell können die Temperaturen unterhalb der Tropopause für alle Planeten berechnet werden.

Jupiter hat eine Atmosphäre aus im Wesentlichen H_2 und He und wird im Inneren etwa 10000 K heiß.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Vereinfachte Rechnung für die Venus



Die Einstrahlung von der Sonne: $S_{\max} = 2601 \text{ W/m}^2$ (laut NASA Factsheet)

Die geschlossene Wolkendecke, die dichte Atmosphäre und die hohen Wolkengeschwindigkeiten von mehr als 350 km/h sorgen dafür, dass die Temperaturen sehr ausgeglichen sind. Wir verteilen also die eintreffende Sonnenstrahlung gleichmäßig über die Venus und ziehen die Reflexion (77 %) ab. Die Absorption über den Wolken wird dominiert von Schwefeldioxid und vom Absorptionsband des Kohlendioxids bei $2,8 \mu\text{m}$. Wir nehmen für die Absorption einen Wert von 1 % an.



98 % der Strahlung wird in den Wolken absorbiert, die in den oberen Kilometern hauptsächlich aus Schwefelsäurekristallen bestehen. Damit erhalten wir eine effektive absorbierte Intensität I_{eff} von

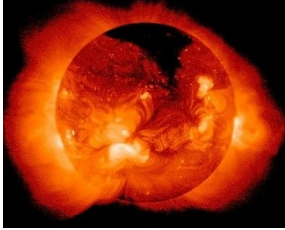
$$I_{\text{eff}} = S_{\max} (1 - 0,77) \cdot (1 - 0,01) \cdot 0,98 / 4 = 145 \text{ W/m}^2$$

Mit dem Strahlungsgesetz von Štefan- Boltzmann $I = \varepsilon \sigma T^4$, der Vereinfachung, dass die Emissivität $\varepsilon = 1$ ist und der Strahlungskonstante $\sigma = 5,67 \cdot 10^8 \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$ erhalten wir

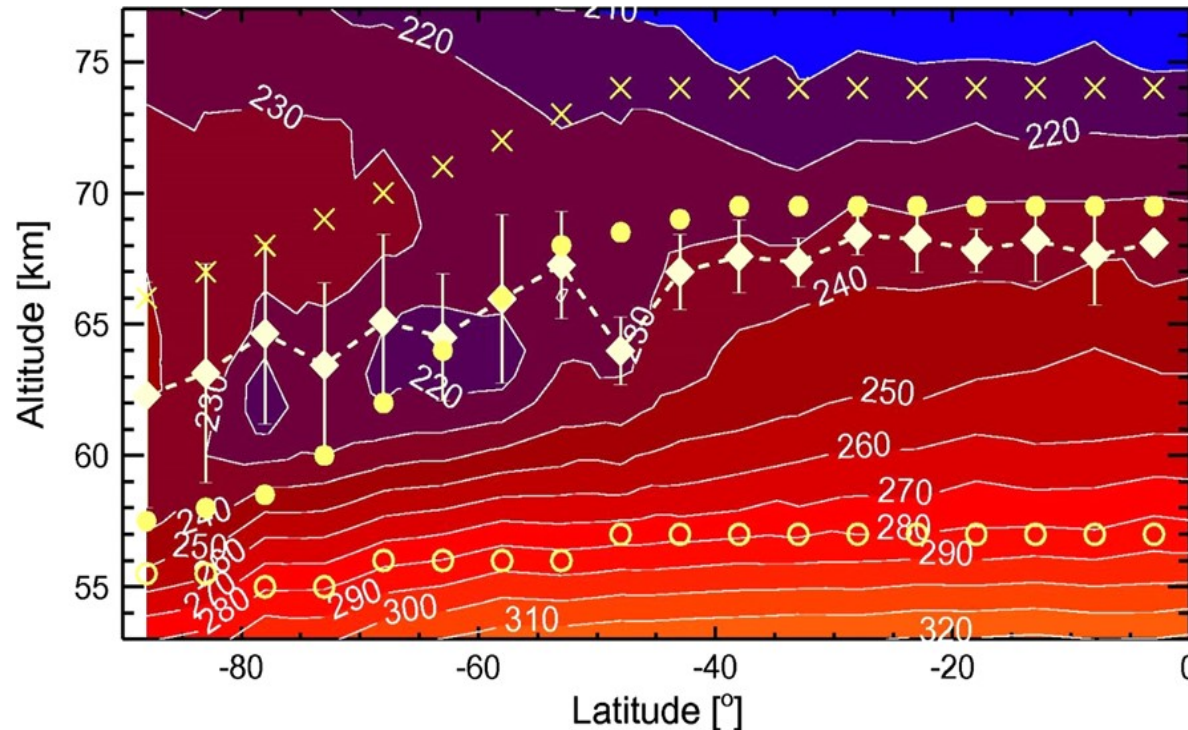
$$T_1 = (I_{\text{eff}} / (\varepsilon \sigma))^{1/4} = 225 \text{ K}$$

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Vereinfachte Rechnung für die Venus



Das ist nicht die Temperatur am Boden, denn da kommt die Sonnenstrahlung ja nicht hin wegen der geschlossenen Wolkendecke. T_1 ist die Temperatur, die sich an der Oberkante der Wolken einstellt.



Die Grafik zeigt die mit verschiedenen Methoden gemessene Höhe der Wolkenoberkante (Kreuze, Kreise und Rauten) und die Isothermen der gemessenen Temperaturen in Abhängigkeit vom Breitengrad („Venus Atmospheric Thermal Structure and Radiative Balance“, [Limaye et al., 2017](#)).

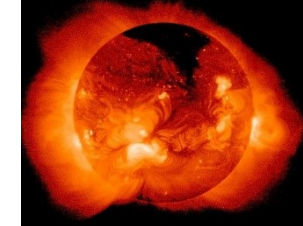
Die Veröffentlichung bestätigt, dass die von der Venus ausgehende Strahlung aus Reflexion und thermischer Emission von der Wolkenoberkante resultiert.

Außerdem schreiben die Autoren „*its atmosphere is heated from the top*“,
die Venus-Atmosphäre wird von oben beheizt.

Das Gleiche gilt für alle anderen Planeten mit dichter Wolkendecke.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Vereinfachte Rechnung für die Venus



Um die Adiabatangleichung von Poisson anwenden zu können, benötigen wir den Isentropenexponenten γ der Venusatmosphäre. Bei 96,5 % CO_2 und 3,5 % N_2 ergibt sich ein Wert von $\gamma = 1,3$. Um Phasenübergänge in der Atmosphäre zu berücksichtigen, verwenden wir den Korrekturfaktor $k = 0,8$ für den Exponenten, weil es die NASA seit Carl Sagan auch so macht.

$$T_1 / T_0 = (p_1 / p_0)^{k(\gamma-1)/\gamma}$$

Jetzt haben wir alles, um T_0 , die Temperatur auf der Venusoberfläche zu berechnen. Das Ergebnis:

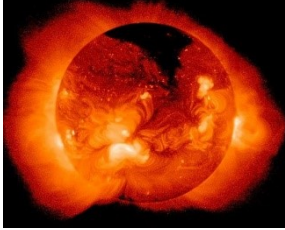
$$T_0 = 736 \text{ K} = 463 \text{ °C}$$

Die NASA hat im Mittel 464 °C gemessen, also nur 1 °C mehr. Zugegeben, es wurden ein paar Vereinfachungen gemacht (konstanter Korrekturfaktor k und Isentropenexponent γ , komplette Absorption der Sonnenstrahlung an der Wolkendecke statt darüber beginnend und in den Wolken sich fortsetzend), die sich offenbar in ihrer Auswirkung kompensieren. Aber die Treibhaustheoretiker kommen mit ihrer Rechnung nicht einmal in die Nähe eines plausiblen Ergebnisses.

Gäbe es einen zusätzlichen, starken Treibhauseffekt durch Kohlendioxid auf der Venus, wären der Temperaturgradient und die Temperatur an der Oberfläche viel höher als die gemessenen Werte.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Was sagen die Klimaalarmisten zur Venus?



„Ein Vergleich mit unserem Nachbarplaneten Venus zeigt, welche Macht der Treibhauseffekt im Extremfall entfalten kann. ... Wolkendecke... die 80 % der Sonnenstrahlung reflektiert ... Man könnte daher erwarten, dass die Venusoberfläche kälter ist als die Erdoberfläche. Das Gegenteil ist jedoch der Fall: Auf der Venus herrschen siedend heiße 460 °C.

Grund dafür ist ein extremer Treibhauseffekt: Die Atmosphäre der Venus besteht zu 96 Prozent aus CO₂.“

Aus: „Der Klimawandel: Diagnose, Prognose, Therapie“, von Stefan **Rahmstorf**, Hans-Joachim **Schellnhuber** (2007)

Ja, das war es schon. Sie unternehmen nicht den Versuch der Berechnung, oder haben es versucht und sind gescheitert.

„Eine Atmosphäre aus reinem Kohlendioxid, das ist ja wohl klar, was da vor sich geht!

Treibhauseffekt, galoppierend kann ich da nur sagen. Da kommt ja überhaupt nichts raus!“

Harald **Lesch** beim ZDF 2015 (<https://www.zdf.de/wissen/frag-den-lesch/die-venus-und-ihre-atmosphaere-102.html>)

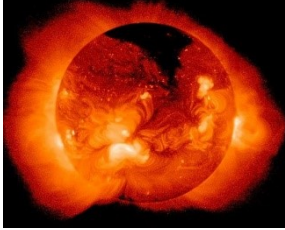
*„Ein Vergleich mit der Venusatmosphäre zeigt, wie viel Spielraum der durch den Menschen verursachte Treibhauseffekt prinzipiell noch zulässt. Ihr CO₂-Gehalt liegt bei 96,5 % (Erdatmosphäre 0,037 %). Auf der Venus herrscht ein **gigantischer Treibhauseffekt**. Obwohl 95 % des einfallenden Sonnenlichtes durch die dichten Wolken reflektiert werden, reichen die restlichen 5 % aus, um unseren Nachbarplaneten aufzuheizen.“*

Umweltbundesamt 2013; ähnliche Falschaussagen finden sich auf vielen Webseiten.

Wer im 21. Jahrhundert von einem galoppierenden Treibhauseffekt auf der Venus spricht, kennt die aktuelle Literatur vermutlich nicht.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Temperatur der Venus mit Erdatmosphäre



Wir tauschen die Venusatmosphäre (96,5 % CO₂, 3,5% N₂) aus durch 78 % N₂, 21 % O₂ und 1 % Ar.
Es ergibt sich ein effektives γ_{EA} (EA = Erdatmosphäre) von 1,402.
Wir behalten den Korrekturfaktor $k = 0,8$ bei (die Atmosphäre ist trockener als auf der Erde im Mittel).

Weil N₂- und O₂-Moleküle wesentlich leichter sind als CO₂-Moleküle berücksichtigen wir das (mittlere molare Masse Erdatmosphäre: 28,79 g/mol, Venus: 43,45 g/mol).

Es errechnet sich daraus ein Druck am Boden von $p_{0EA} = 61$ bar statt zuvor 92 bar.

Die Albedo und die Sonnenintensität lassen wir gleich:

$$T_1 / T_{0EA} = (p_1 / p_{0EA})^{k(\gamma_{EA}^{-1})/\gamma_{EA}}$$

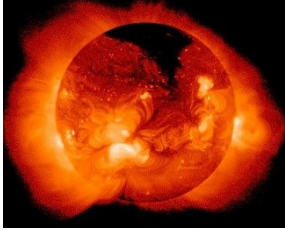
Ergebnis:

$$T_{0EA} = 892 \text{ K} = 619 \text{ °C}$$

Wäre die Venusatmosphäre wie die Erdatmosphäre zusammengesetzt, also N₂ und O₂ statt CO₂, wäre ihre Oberflächentemperatur um mehr als 150 °C höher!

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Berechnung der Temperatur der Erde



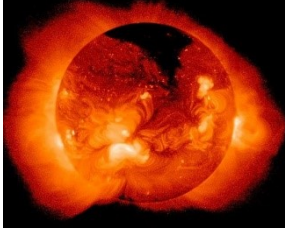
Die Berechnung der mittleren, oberflächennahen Temperatur der Erdatmosphäre mit dem konvektiv-adiabatischen Modell ist praktisch unmöglich.

Die Verhältnisse auf der Erde sind die kompliziertesten im Sonnensystem. Die Variation der Temperaturen zwischen Tag und Nacht, Sommer und Winter, Sahara und Antarktis ist zu groß und zu variabel, z. B. durch die veränderliche Wolkenbedeckung. Es ändert sich nicht nur der Mittelwert (schwankt um 65 %), die Formen und Höhen, dadurch auch die Durchlässigkeit für Sonnen- und Infrarotstrahlen, mittags gibt es mehr Wolken als um Mitternacht und manchmal gibt es mehrere Lagen von Wolken übereinander. Manchmal werden mehr als 90 % der Sonnenstrahlung in den Wolken absorbiert, manchmal ist die Luft so trocken, dass der Wasserdampf keine Rolle spielt. Mit den Worten eines Treibhaustheoretikers: „*Berücksichtigt man all diese Ungewissheiten, ist es sehr unwahrscheinlich, dass Klimamodelle akkurate Beschreibungen dieser Prozesse enthalten.*“ (Aus “The Far-infrared Earth”, [Harries, 2008](#)).

Die Erdatmosphäre wird von oben – über die Absorption der Sonnenstrahlung in den Wolken wie auf der Venus – und von unten über die Wasser- und Erdoberfläche erwärmt.

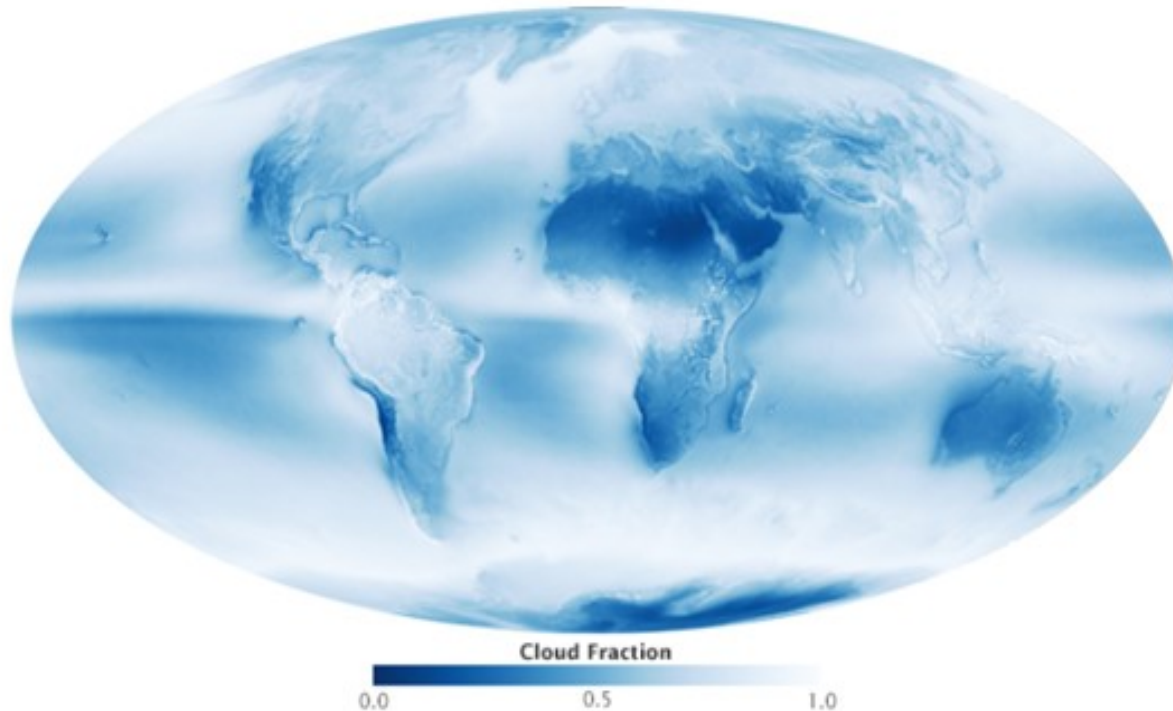
$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Temperatur der Erde am Äquator



Am Äquator sind die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, Sommer und Winter sehr gering und auch die Wolkenbedeckung ist konstant hoch, etwa 80%

(<https://earthobservatory.nasa.gov/images/85843/cloudy-earth>).

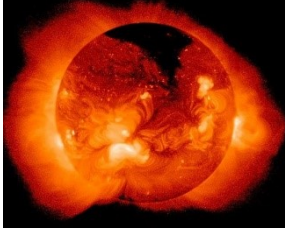


Für die Berechnung berücksichtigen wir nur die IR-absorbierenden und –emittierenden Eigenschaften der Wassertropfen und Eiskristalle der Wolken.

Was passiert unter den Wolken? Dicke Wolken absorbieren fast komplett die von der Erdoberfläche oder Atmosphärgasen emittierten Infrarotstrahlen ([GOES Webseite der Colorado State University](#)). Auch die Sonnenstrahlung (der nicht reflektierte Teil) wird von ihnen zu über 90 % absorbiert.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Temperatur der Erde am Äquator



Aus dem Weltall misst man also die Temperatur der oberen Wolkenschicht.

Weil die Sonne nicht immer senkrecht über dem Äquator steht, sondern zwischen dem nördlichen und dem südlichen Wendepunkt „wandert“, ziehen wir 4 % ab. Dann ziehen wir 2 % für die Absorption in der Atmosphäre über den Wolken (hauptsächlich durch Ozon und Sauerstoff, aus dem Buch „Atmospheric Science“ von Wallace und Hobbs) und 6 % für Reflexion und Streuung oberhalb der Tropopause ab („An Examination of the Clear Sky Solar Absorption“, [Conant 1996](#)) und wir erhalten

$$I_{\text{eff}} = S_{\text{max}} \cdot (1 - 0,04) \cdot (1 - 0,02) \cdot (1 - 0,06) / \pi = 383 \text{ W/m}^2$$

Die Wolken reflektieren etwa 34 % der Sonnenstrahlung (Messung des [Deep Space Climate Observatory](#)).

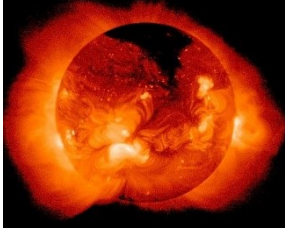
Für die Absorption in den Wolken nehmen wir an, dass sie der gemessenen Emissivität von 90 % entspricht („Ice water content vertical profiles of high-level clouds classification and impact on radiative fluxes“, [Feofilov et al. 2015](#)), dann ist die Intensität

$$I_{\text{Wolken}} = 228 \text{ W/m}^2$$

Das ist die von den Wolken absorbierte Intensität

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

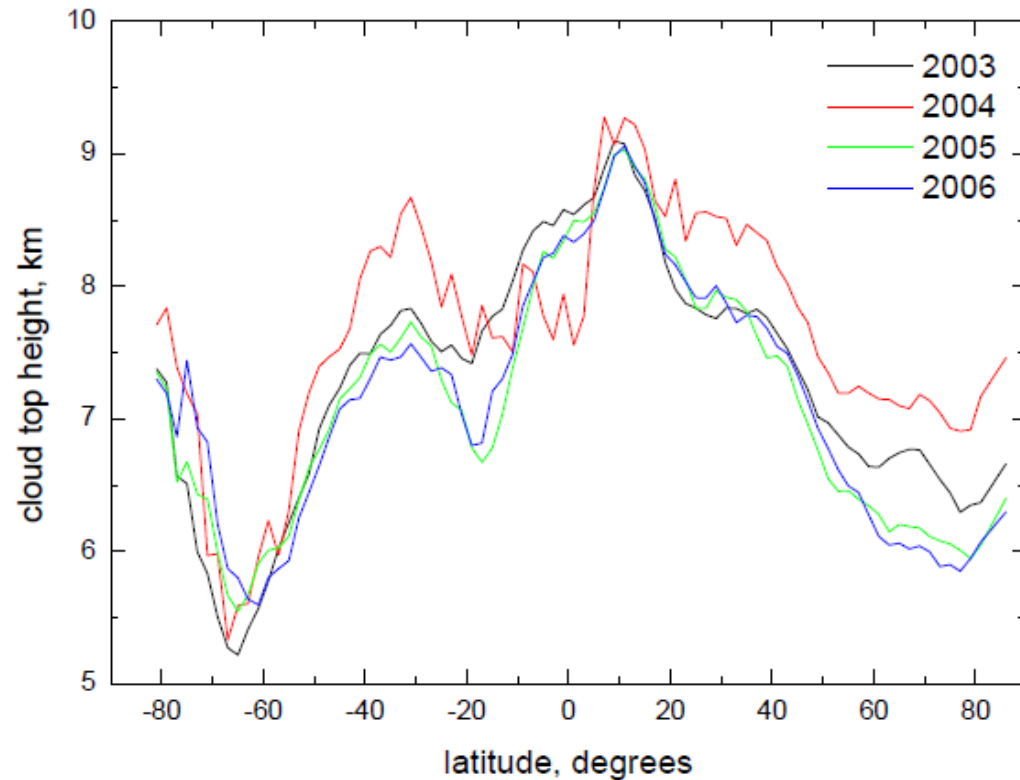
Temperatur der Erde am Äquator



Wir wenden wieder das Strahlungsgesetz an und erhalten die Temperatur der Wolkenoberkante

$$T_{\text{Wolken}} = (I_{\text{Wolken}} / (\varepsilon \sigma))^{1/4} = 252 \text{ K} = -21 \text{ °C}$$

Bei dieser Temperatur sind die Wassertropfen gefroren. Die Eiskristalle erklären die hohe Emissivität.

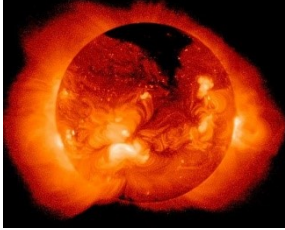


Eine Veröffentlichung auf Basis der ENVISAT-Satellitenmessungen zeigt uns, in welcher Höhe die Wolkenoberkante liegt. Die mittlere Höhe der Jahre 2003 bis 2006 ist **$h_w = 8400 \text{ m}$** .

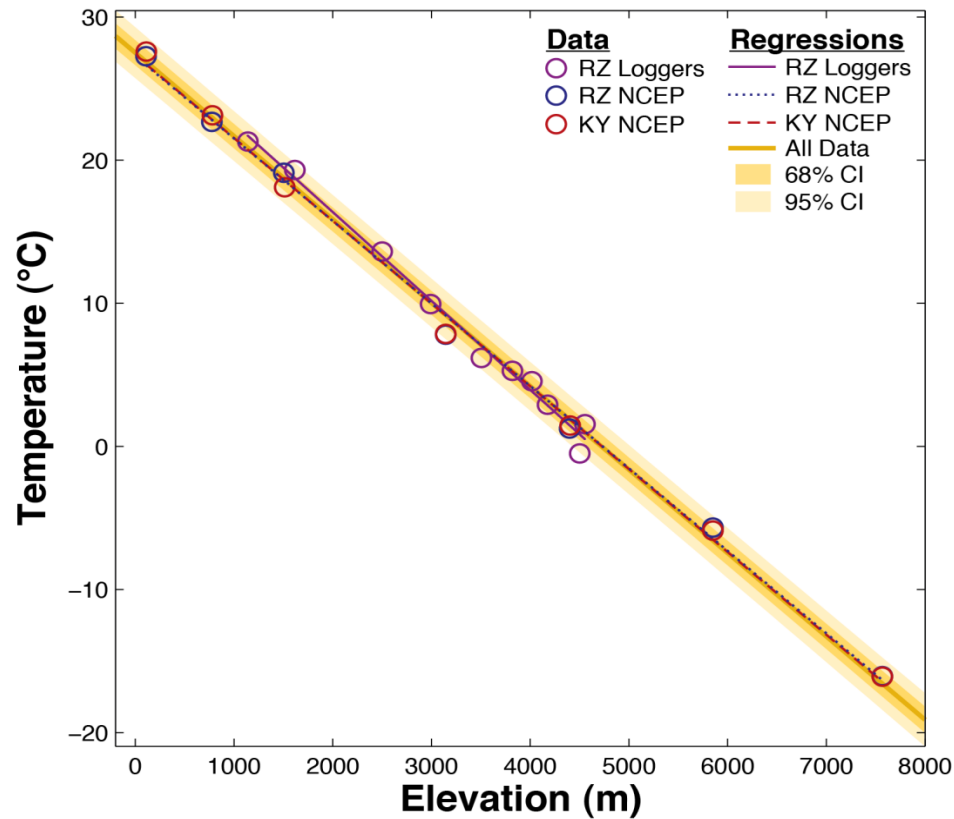
(Grafik aus „Global Distribution of Cloud Top Height...“, [Kokhanovsy, 2011](#))

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Temperatur der Erde am Äquator



Welchen **Temperaturgradienten dT/dh** müssen wir verwenden? Er müsste zwischen dem der feuchten Luft (-5 K/km) und dem für Europa (-6,5 K/km) liegen. Es gibt hierzu eine Messung aus Ostafrika, die auf einen Wert von **$dT/dh = -5,8$ K/km** kommt, also genau in der Mitte der beiden genannten Werte.



Die Grafik zeigt den für eine im konvektiven Gleichgewicht befindliche Atmosphäre zu erwartenden linearen Verlauf der Temperatur in Abhängigkeit von der Höhe.

(The tropical lapse rate steepened during the Last Glacial Maximum, Supplementary Materials, [Loomis et al, 2017](#)).

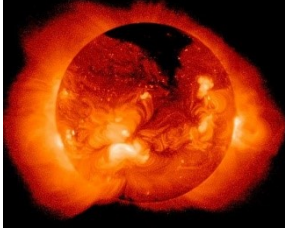
Die Bodentemperatur ergibt sich dann zu

$$T_{\text{Boden}} = T_{\text{Wolken}} - h_W \cdot dT/dh = 252 \text{ K} + 5,8 \cdot 8,4 \text{ K} = 300 \text{ K} = 27 \text{ °C}$$

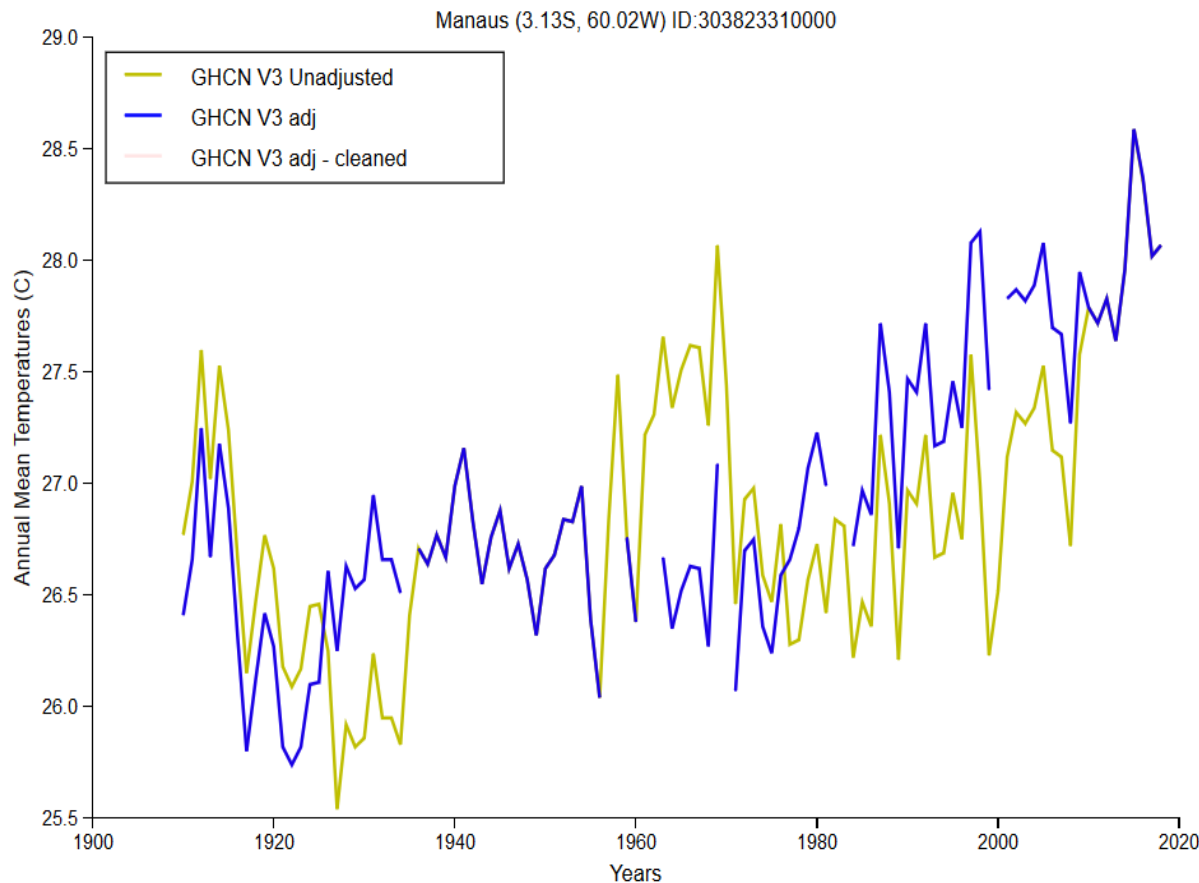
Wie bereits bei der Venus wurden ein paar Vereinfachungen gemacht, denn die Absorption der Sonnenstrahlung in der Atmosphäre beginnt bereits oberhalb der Wolken, z. B. in der 2,7 μm Absorptionsbande des Kohlendioxids und die Absorption setzt sich in den Wolken fort.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Temperatur der Erde am Äquator



Welche Temperatur misst man am Äquator? 27 °C ist eine typische Temperatur für die Inselgruppen am Äquator (Malediven, Kiribati, Micronesien, etc.), sowohl für die Wassertemperatur als auch die mittlere Lufttemperatur. Liegt es also nur an den Ozeanen und ihrer hohen Speicherfähigkeit?



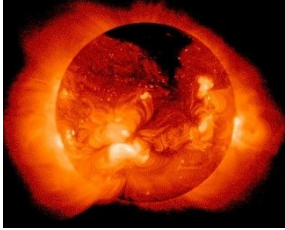
Nein, wie das Beispiel Manaus in Brasilien zeigt. Es ist mehr als 1000 km vom Atlantik entfernt. Der Temperaturanstieg seit 1970 ist auf den Effekt der urbanen Hitzeinsel zurückzuführen. Die Stadt ist von damals 300 000 Einwohnern auf heute 2,2 Millionen gewachsen.

(Grafik: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/stdata/>)

Die konvektiv-adiabatische Rechnung liefert für die Erde am Äquator das richtige Ergebnis!

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Temperatur der Erde am Äquator - Strahlungsgleichgewicht



Berechnung der Temperatur des Sandstrands der meist wolkenfreien Seychellen.

Der weiße Sand reflektiert ungefähr 40 % der Sonnenstrahlung. Wir berechnen das lokale Gleichgewicht bei maximaler Sonneneinstrahlung gegen Mittag. Wie zuvor ziehen wir 6 % für Reflexion und Streuung und zusätzlich 18 % für die Absorption der Atmosphäre ab (wieder aus dem Artikel von Conant 1996).

Die Rechnung mit dem Štefan-Boltzmann-Gesetz ergibt:

$$I_{\text{eff,Sand}} = (1 - 0,4) \cdot (1 - 0,06) \cdot (1 - 0,18) \cdot S_{\text{max}} = 629 \text{ W/m}^2$$

$$T_{\text{Sand}} = (I_{\text{eff,Sand}} / (\epsilon \sigma))^{1/4} = 325 \text{ K} = \mathbf{52 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

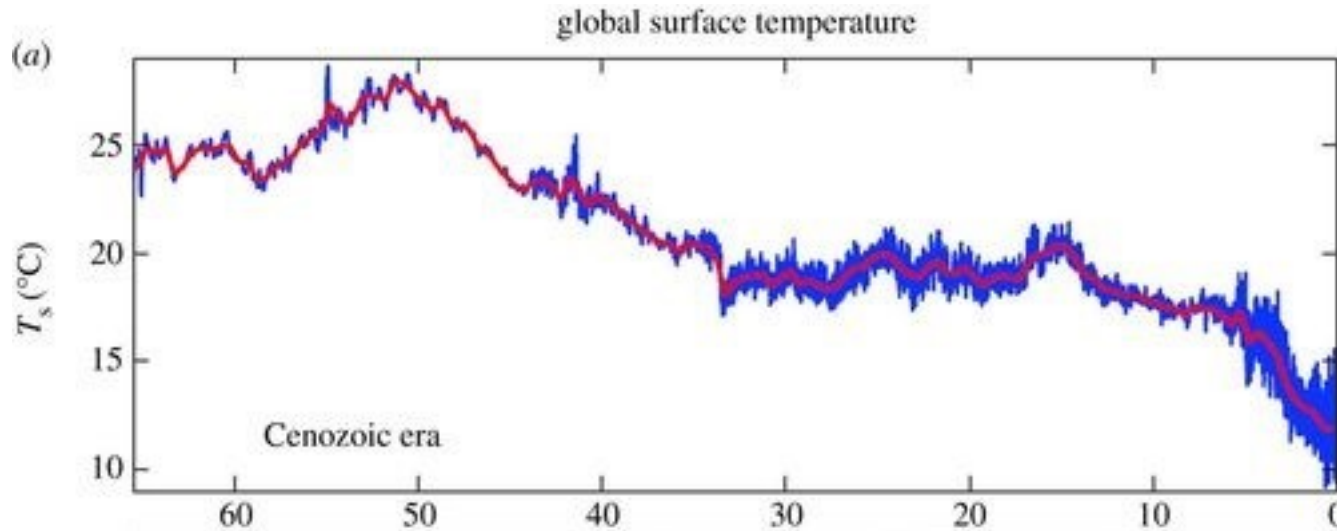
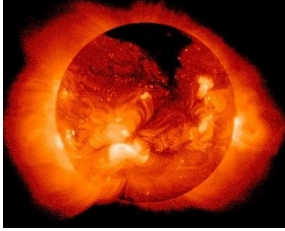
Was würde sich bei Verwendung des IPCC-Treibhausmodells ändern? Das IPCC nimmt an, dass die Gegenstrahlung im Mittel 342 W/m^2 beträgt, bei der mittleren Temperatur von $15 \text{ } ^\circ\text{C}$. Bei einer Lufttemperatur von $27 \text{ } ^\circ\text{C}$ ist die Gegenstrahlung dann mehr als 403 W/m^2 . Weil die Gegenstrahlung nach der Treibhaustheorie mit zunehmendem Wasserdampfgehalt zunimmt und am Äquator die Luftfeuchtigkeit sehr hoch ist, ist 403 W/m^2 die Untergrenze. Die Intensität ist also mindestens 1032 W/m^2 .

$$T_{\text{Sand, Treibhaus}} = (I_{\text{eff,Treibhaus}} / (\epsilon \sigma))^{1/4} = 367 \text{ K} = \mathbf{94 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Die IPCC-Treibhaustheorie liefert für die Erde am Äquator ein falsches Ergebnis!

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Das Klima im Paläozän vor 65 Millionen Jahren



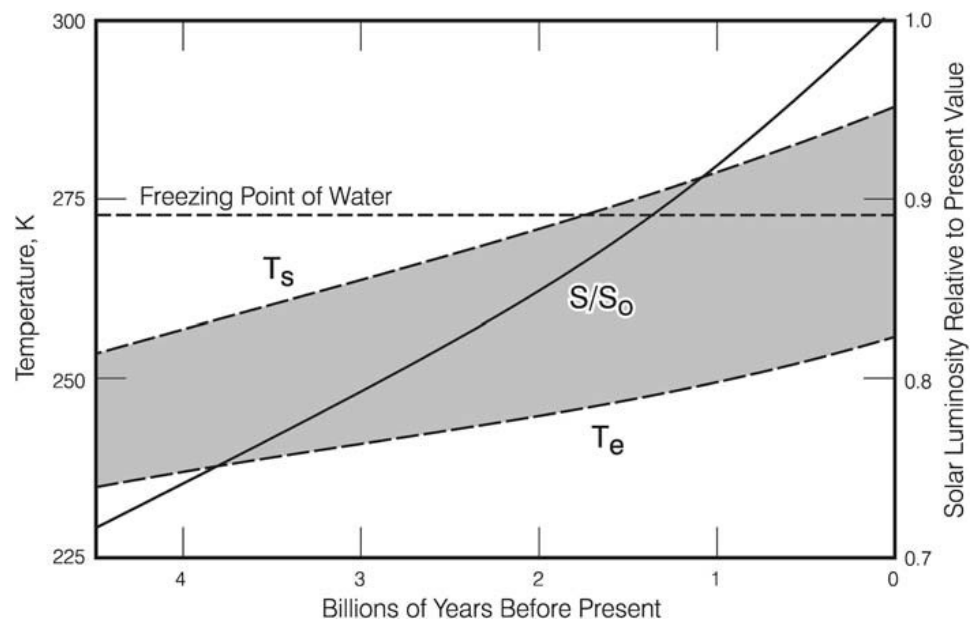
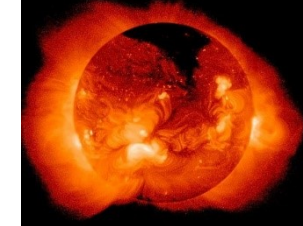
Grafik: Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Paleocene>

- Vor 65 Millionen Jahren war es etwa 10 °C wärmer als heute.
- Der O₂-Anteil der Atmosphäre war damals 32 % (statt heute 21 %, aus „Analysis of gases in fossil amber“, [Landis und Berner, 2018](#))
- N₂ gab es soviel wie heute.

- Mit der adiabatischen Formel ($T / T_0 = (p / p_0)^{k(\gamma-1)/\gamma}$) ergibt sich für den höheren Druck eine um 11 °C höhere Temperatur. Passt!

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Das Paradoxon der schwachen jungen Sonne



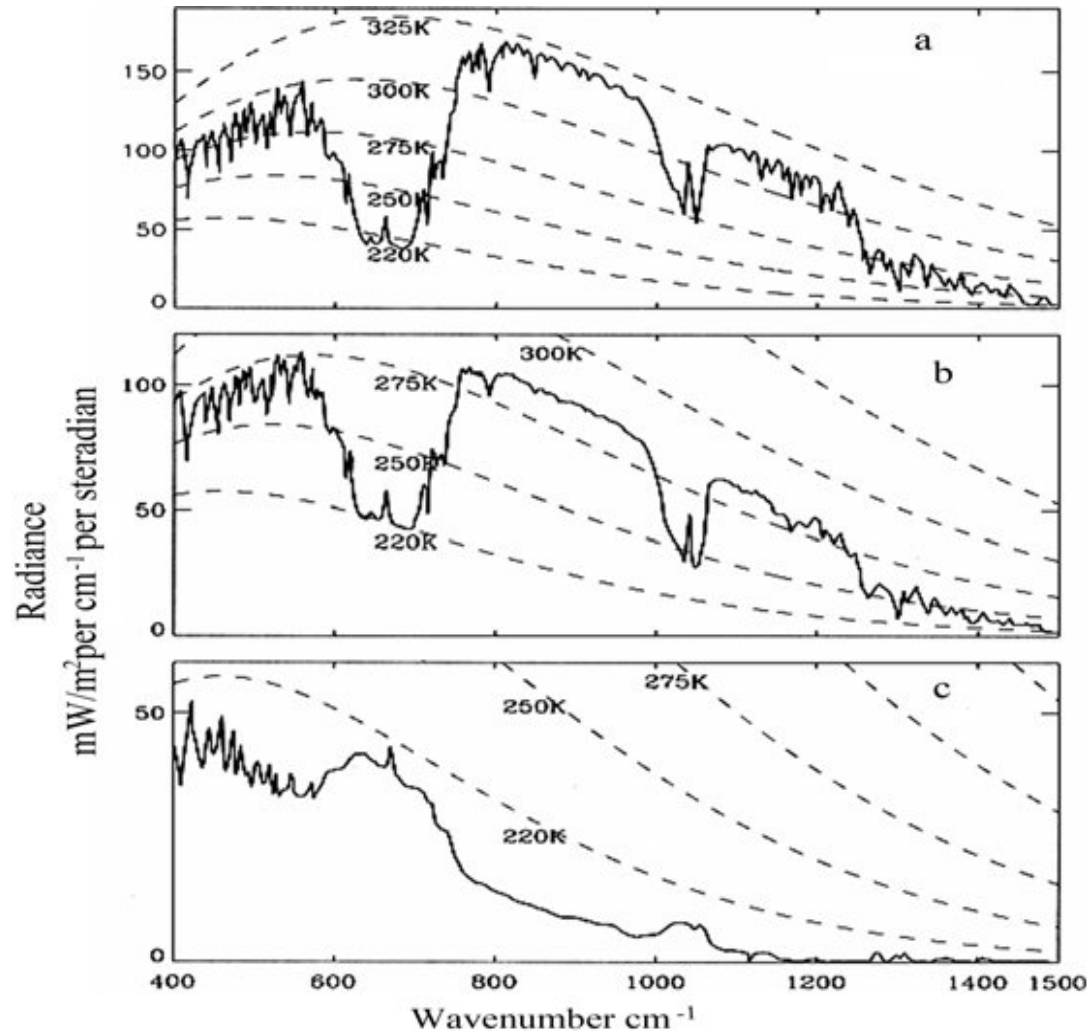
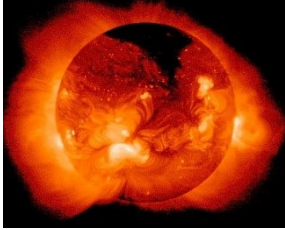
- Die Intensität der Sonnenstrahlung war vor 4 Milliarden Jahren etwa 30 % schwächer als heute.
- Mit der heutigen Atmosphäre wäre die Erde ein Eisball gewesen.
- Man weiß aus der biologischen und geologischen Forschung, dass die Erde tatsächlich deutlich wärmer war als heute, **möglicherweise 30 °C wärmer.**
- Aus geologischen Untersuchungen weiß man, dass der Stickstoffgehalt der Atmosphäre wesentlich höher war. Man hält einen Stickstoffpartialdruck von 2 bis 3 bar für möglich („Exploring the faint young Sun problem...“, [Charnay, 2013](#))

(Grafik aus „Interstellar-Terrestrial Relations: Variable Cosmic Environments, The Dynamic Heliosphere, and Their Imprints on Terrestrial Archives and Climate“, [Scherer et al., 2006](#))

- Mit der adiabatischen Formel erhalten wir bei 2 bar N₂, unverändertem O₂ und unveränderter Albedo eine **Temperatur von 314 K (41 °C), also 26 °C höher als heute.**

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Wie groß ist der „Treibhauseffekt“ durch CO₂?



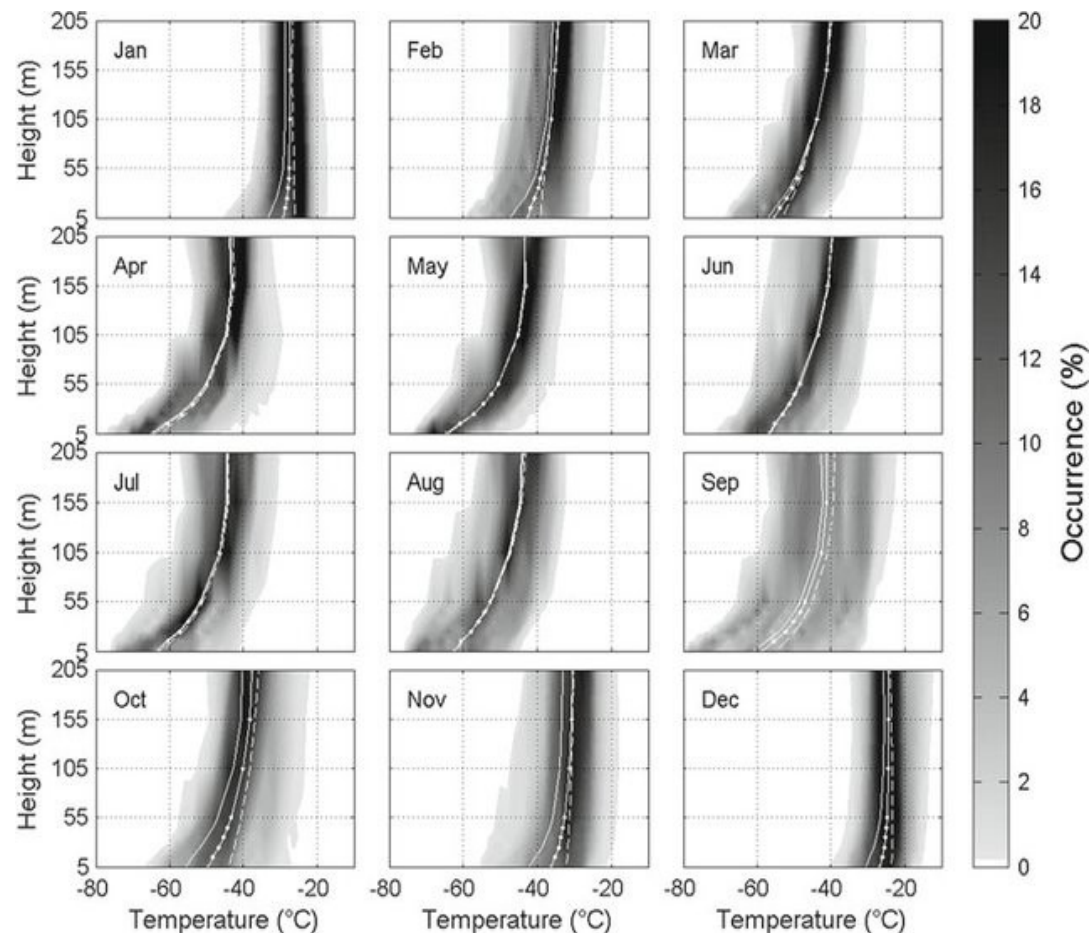
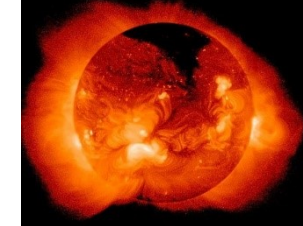
Die vorherigen Berechnungen zeigen, dass ein eventueller „Treibhauseffekt“ durch Kohlendioxid und Wasserdampf klein sein muss.

Grafik: vom Nimbus 4 Satelliten gemessene Emissionsspektren (Leistungsdichten) bei wolkenfreiem Himmel im infraroten Bereich für (von oben) Sahara, Mittelmeer und Antarktis.

Sie zeigen den „CO₂-Trichter“ in der Sahara und den „CO₂-Buckel“ in der Antarktis, wo das Kohlendioxid der warmen Atmosphäre stärker abstrahlt als der kalte Boden und deshalb eine Kühlwirkung hat. Die Ursache dafür ist die starke Temperaturinversion. (Grafik aus: „Greenhouse Molecules, Their Spectra and Function in the Atmosphere“, [Barrett, 2005](#))

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Wie groß ist der „Treibhauseffekt“ in Inversionsgebieten?



Kühlwirkung über Inversionsgebieten

Von April bis September ist die Stärke der antarktischen Inversion im Mittel etwa 20 °C (Grafik: „One Year of Surface-Based Temperature Inversions at Dome C, Antarctica“, [Pietroni, 2013](#)).

Das ist meines Erachtens der Grund für die Temperaturabnahme der Antarktis in den letzten Jahren.

Ähnliches gilt für die arktischen Gebiete nördlich des 60. Breitengrads. Auch hier bildet sich im Winter eine fast permanente Inversion aus, deren Stärke 10 bis 12 °C beträgt.

Zusätzliche Inversionsgebiete liegen über kalten Ozeanen. 2013 zitiert das IPCC eine Arbeit mit dem Titel „Arctic winter warming amplified by the thermal inversion ...“ ([Bintanja, 2011](#)). In den IPCC-Berichten von 2018 und 2019 (Cryosphere) wird das nicht mehr erwähnt.

Es gibt eine permanente Temperaturinversion auf einer Fläche von etwa 30 M km²

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Wie groß ist der „Treibhauseffekt“ unter Wolken?

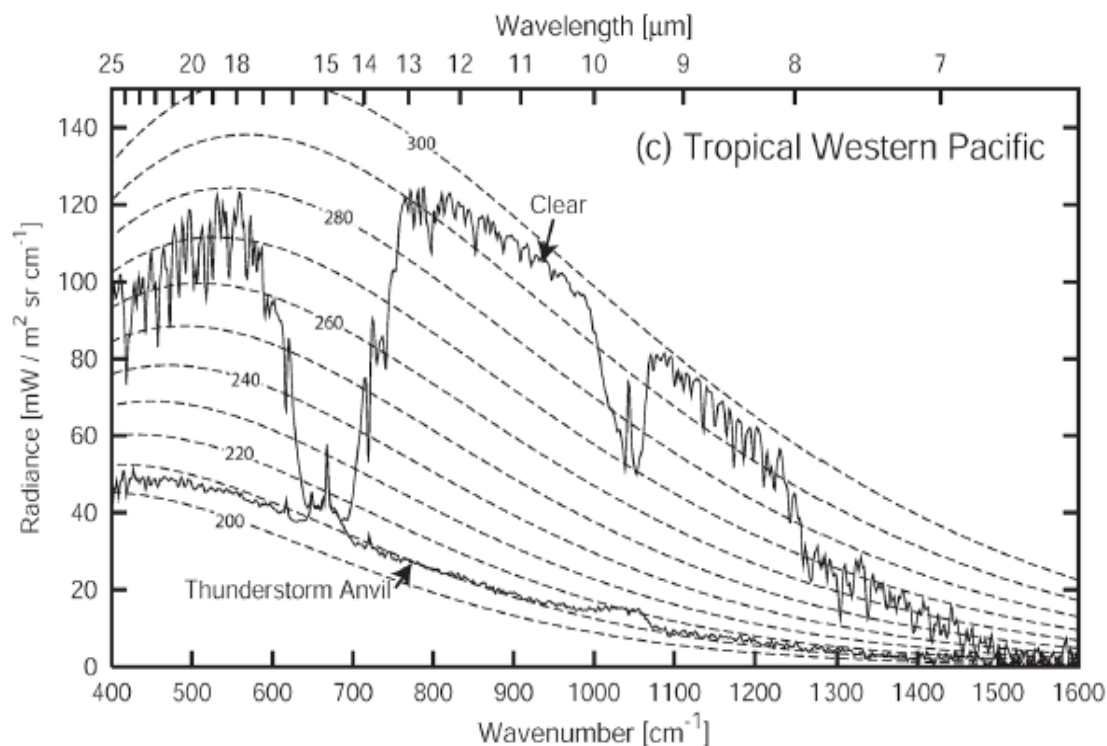
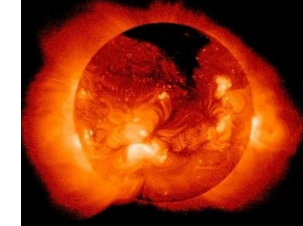


Figure 1. Clear sky and cirrus anvil spectra from a satellite somewhere over the Western Tropical Pacific circa 1970-72. Credit: G. W. Petty (2004).

Die obere Kurve zeigt die gemessene Emission bei klarem Himmel mit den Einbrüchen bei 14 μm bis 15 μm durch CO₂, bei 9,6 μm durch das Ozon der Stratosphäre und unterhalb von 8 μm durch H₂O (von chegg.com).

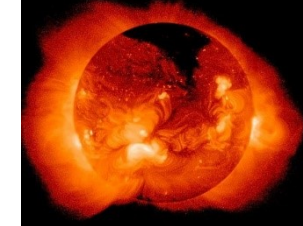
Die untere Kurve wurde über einer Gewitterwolke aufgenommen und zeigt keinerlei Einbrüche. Die Emission der CO₂- und O₃-Bänder fand bei minimal höheren Temperaturen statt.

Dass unter hohen, dicken Wolken der Anteil von CO₂ keine Rolle spielt, bestätigt Prof. Richard Lindzen ([On Climate Sensitivity](#), 2019).

Zusammengefasst haben wir eine Erwärmung durch CO₂ bei klarem Himmel, falls keine Bodeninversion stattfindet. Das trifft nur auf ein Viertel der Erdoberfläche zu. Es gibt eine Abkühlung durch CO₂ in den Inversionsgebieten und kaum einen Einfluss durch CO₂, wenn hohe, optisch dicke Wolken vorhanden sind.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Wie groß sind die Rückkopplungen?



Die Treibhaustheorie benötigt stark positive **Rückkopplungen**, um auf alarmierende Klimasensitivitäten zu kommen. NASA GISS beschreibt es so: *“Zunehmender Wasserdampf führt zu wärmeren Temperaturen, wodurch mehr Wasserdampf in die Luft aufgenommen wird. **Erwärmung und Wasseraufnahme nehmen in einem ständigen Kreislauf zu.**”* (https://www.nasa.gov/topics/earth/features/vapor_warming.html).

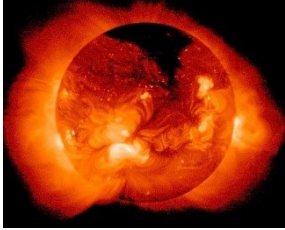
Das ist ein unphysikalischer Teufelskreis! Hinzu kommt, wenn die Ozeane wärmer werden, entweicht aus ihnen mehr Kohlendioxid, was die Rückkopplung weiter anfeuern würde.

Alle verlustarmen **Systeme mit insgesamt positiver Rückkopplung sind instabil**, das weiß man aus der Regelungstechnik. Lokal und zeitlich begrenzte positive Rückkopplung (z.B. Eis-Albedo) schließt das nicht aus. **Jedes stabile System hat insgesamt eine negative Rückkopplung.**

Richard Lindzen hat die Oberflächentemperatur der tropischen Meere mit Satellitenmessungen der abgestrahlten Energie (Earth Radiation Budget Experiment (ERBE)) und den einschlägigen Klimamodellen verglichen und sagt dazu: *„Alle Modelle stimmen in Bezug auf positive Rückkopplung überein, und **alle Modelle stimmen mit den Beobachtungen überhaupt nicht überein.**“*

Die positive Rückkopplung durch Wasserdampf ist wissenschaftlich unhaltbar, wenn man ihr nicht eine gleichzeitige - und stärkere – negative Rückkopplung durch zunehmende Bewölkung und/oder einen reduzierten Temperaturgradienten (lapse rate) beistellt. Deshalb muss die Klimasensitivität des Gesamtsystems Atmosphäre kleiner sein als die von Kohlendioxid alleine.

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

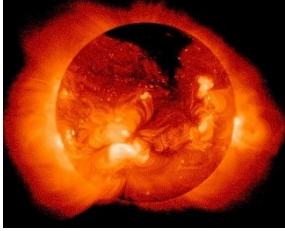


Schlussfolgerungen

- Strahlungsmodelle entstanden in Folge falsch interpretierter Messungen. Sie sind unphysikalisch.
- Mit der Treibhaustheorie können absolute Temperaturen nicht richtig berechnet werden.
- Nur mit dem Strahlungsgleichgewicht an der Wolkendecke und dem konvektiv-adiabatischen Modell von Thomson und Maxwell kann man absolute Temperaturen für die meisten Planeten richtig berechnen.
- Kohlendioxid spielt für die Energiebilanz der Atmosphäre keine Rolle unter hohen, dicken Wolken.
- In Inversionsgebieten bewirkt eine Zunahme von Kohlendioxid eine verstärkte Kühlung.
- Insgesamt positive Rückkopplungen machen jedes System instabil.
- Deshalb müssen die Rückkopplungsvorgänge in der Atmosphäre in Summe negativ sein.
- Meine Schätzung für die Equilibrium Climate Sensitivity (Verdoppelung von CO₂): weniger als 0,5 °C.

Vaclav Klaus: „***Was auf dem Spiel steht ist nicht die Umwelt. Es ist unsere Freiheit.***“

$$T \sim p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$



One more thing – eines hab' ich noch!

- Die Erdatmosphäre ist ein schlechtes Labor, weil sie ständig in Veränderung begriffen ist.
- Außerdem kann man nicht auf die Schnelle die N₂-O₂ Atmosphäre, die wir auf der Erde haben, durch 97 % CO₂ wie auf der Venus austauschen. Das wäre doch schön, wenn man den angeblichen „galoppierenden Treibhauseffekt“ der Venus einfach nachmessen könnte.
- **Warum gibt es nicht schon längst den 50 m oder 100 m hohen Klimaturm**, der innen verspiegelt ist, einen beheizbaren Boden hat und die Sonne emulierende Strahler an der Decke, und dessen Inneres mit den genannten Atmosphärengasen und Wasserdampf in beliebiger Konzentration gefüllt werden kann?
- Ein umgebauter Bergwerksschacht tut es auch!
- **Man hätte innerhalb kürzester Zeit Klarheit über den Wahrheitsgehalt der Treibhaustheorie.**