

Welchen tatsächlichen Anteil hat CO₂ an der Klimaentwicklung?

*Wer nicht weiß, was über die Dinge hinausgeht,
der weiß auch nicht, was sie sind.*

Adorno

Kohlendioxid (CO₂) ist ein so genanntes Spurengas, sein Anteil in unsere Atmosphäre beträgt nur etwa 0,03 Prozent, das ist im Gegensatz zu Stickstoff (78 Prozent) und Sauerstoff (21 Prozent) verschwindend wenig.

Wer deshalb meint, dass dieser Anteil doch viel zu gering sei, um signifikante Auswirkungen auf das Klima zu haben, macht es sich zu einfach und spielt den Apologeten der Klimahysterie in die Hände.

Dabei gerät, aus welchen Gründen auch immer, ein wichtiger physikalischer Fakt in den Hintergrund:

*Der Einfluss der **sinkenden Albedo** auf die Erderwärmung ist mindestens 20x(!) so hoch wie der von CO₂!!!*

Zunächst aber sollte man - egal auf welcher Seite der „Klimafront“ man steht - zumindest die folgenden Begriffe kennen, ehe man sich überhaupt an einer Diskussion zur Erderwärmung beteiligt:

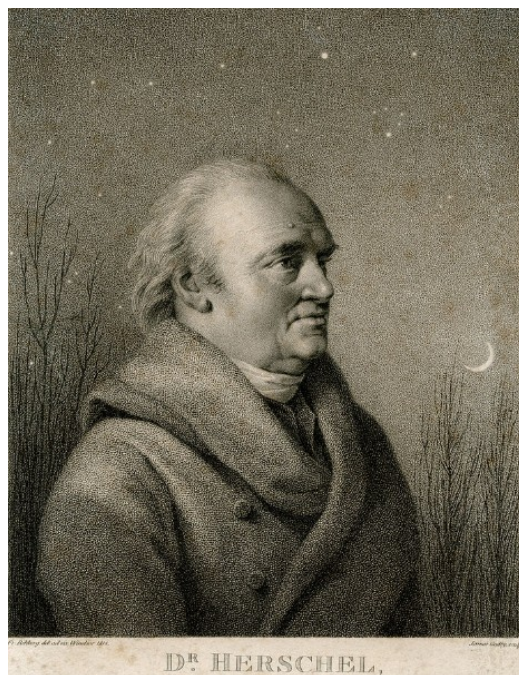
- Infrarotstrahlung
- Absorptionsspektrum
- Schwarzer Körper
- Albedo

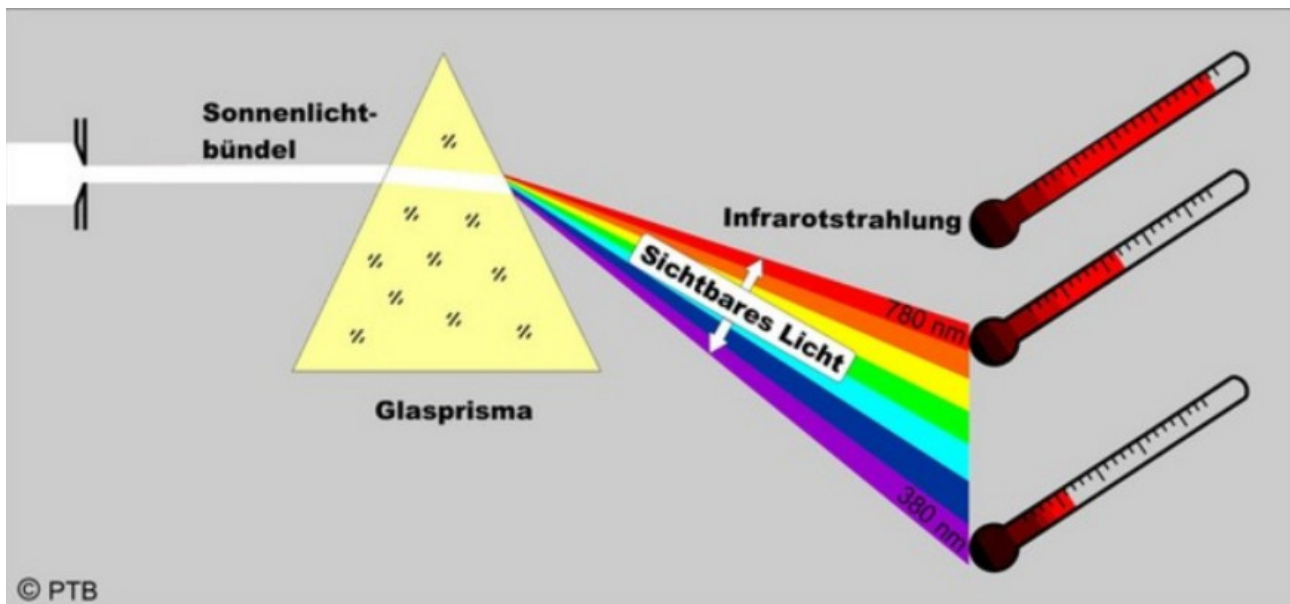
Infrarotstrahlung

... nennen wir die elektromagnetische Strahlung, die sich in Richtung größerer Wellenlängen an die sichtbare Strahlung anschließt und bis zu den Mikrowellen erstreckt (0,78µm ... 1mm).

Entdeckt wurde sie 1800 durch den deutsch-englischen Astronom und Musiker Friedrich Wilhelm [Herschel](#).

In seinem berühmten Experiment lenkte Herschel Sonnenlicht durch ein Prisma und brachte dahinter mehrere Thermometer an. Zu seinem Erstaunen stellte er fest, dass hinter dem roten Ende des sichtbaren Spektrums (0,38µm ... 0,78µm) die Temperatur deutlich ansteigt, er schloss daraus, dass dort eine unsichtbare Form von Energie wirksam sein müsse.



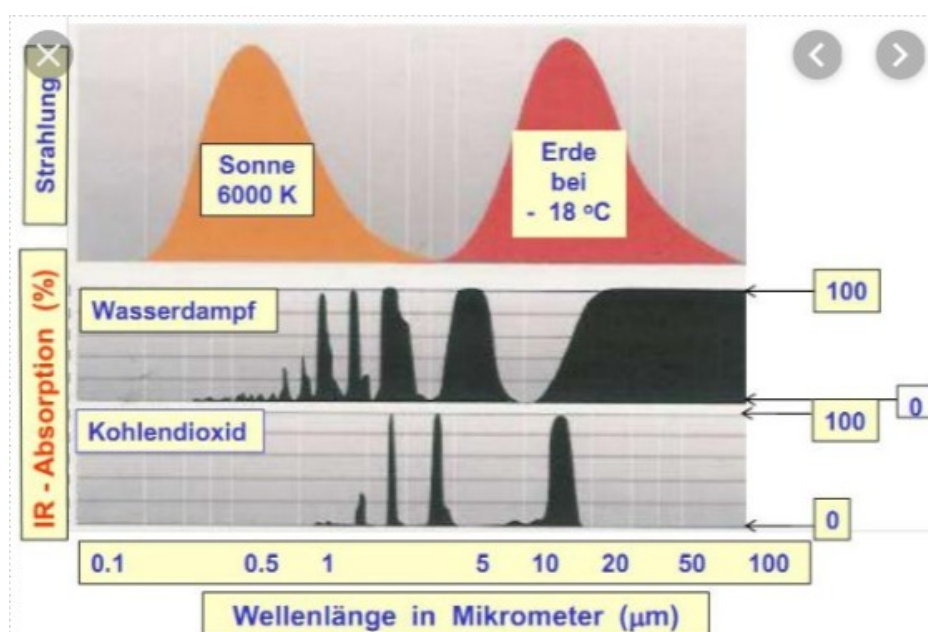


Ein Absorptionsspektrum

... entsteht, wenn weißes Licht Materie durchstrahlt und Photonen bestimmter Wellenlängen dabei absorbiert werden. Die Spektrallinien bei den betreffenden Wellenlängen sind deshalb dunkler oder im Extremfall schwarz (Fraunhofer'sche Linien).

Die Erde strahlt die aufgenommene Wärme der Sonne als Infrarotstrahlung (3... 100 μ m) wieder ab. Eine nahezu ungehinderte Abstrahlung ist nur in einem schmalen Bereich zwischen 8 ... 13 μ m möglich.

Dafür ist vor allem der Wasserdampf in der Atmosphäre verantwortlich. Er absorbiert den größten Teil der Strahlungsenergie und grenzt die Durchlässigkeit des Fensters auf 8 ... 17 μ m ein. CO₂ kommt als Treibhausgas erst an zweiter Stelle. Es grenzt das Strahlungsfenster vor allem im Bereich von 13 ... 17 μ m ein, die maximale Absorption liegt bei 15 μ m.



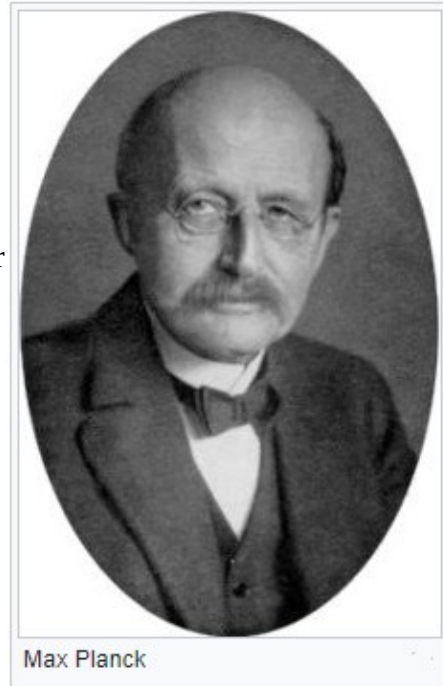
Ein Schwarzer Körper

... auch als „Schwarzer Strahler“ oder „Planckscher Strahler“ bezeichnet, ist eine idealisierte thermische Strahlungsquelle, die alle auftreffende elektromagnetische Strahlung jeglicher Wellenlänge vollständig absorbiert, während reale Körper immer einen Teil davon reflektieren. Gleichzeitig sendet er als Wärmestrahlung eine elektromagnetische Strahlung aus, deren Intensität und spektrale Verteilung **nur von seiner Temperatur abhängen**.

Ein Schwarzer Körper emittiert bei einer Temperatur von 300 K (das entspricht einer Temperatur von ca. 27 °C) eine Strahlungsleistung von etwa 460 Watt/m² Oberfläche. Für den dieser Temperatur entsprechenden Wellenlängenbereich ist das Auge nicht empfindlich und der Schwarze Körper erscheint dunkel.

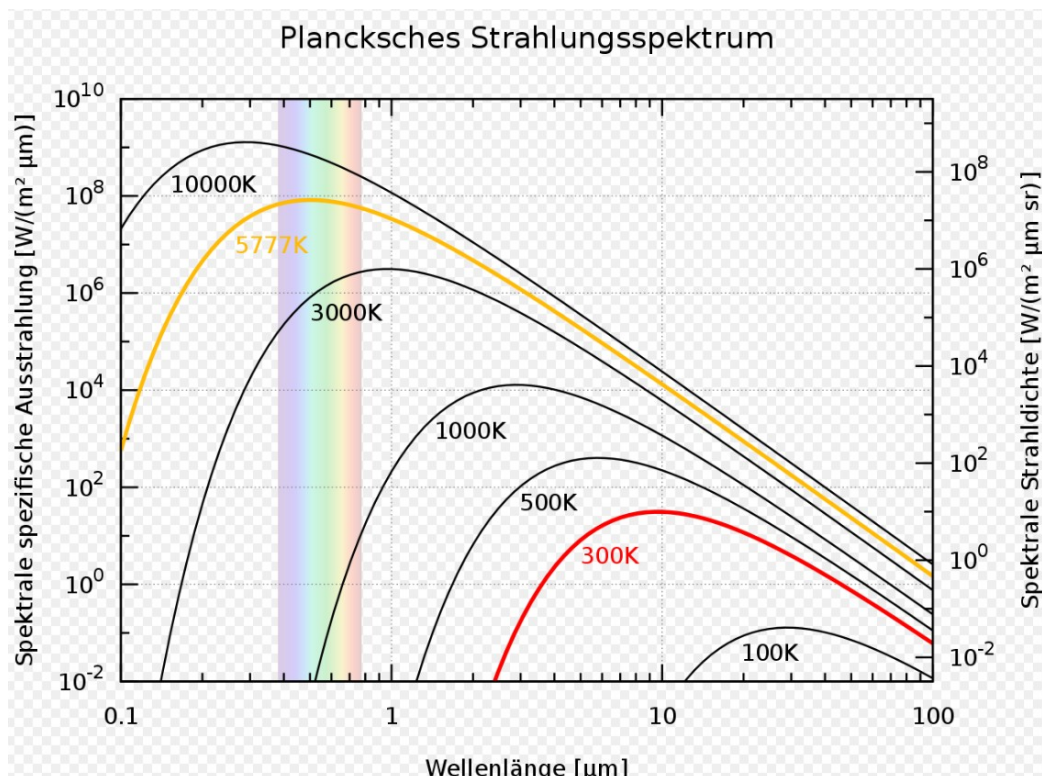
Bei einer Temperatur von 5800 K (Temperatur der Sonnenoberfläche) emittiert ein Schwarzer Körper eine Strahlungsleistung von 64 MW/m². Bei dieser Temperatur liegt ein Teil der Strahlung im sichtbaren Spektralbereich, der Körper erscheint dem Auge weiß leuchtend.

Die komplizierten mathematischen Zusammenhänge hat der deutsche Physiker [Max Planck](#), der Begründer der Quantentheorie, erforscht.



Das Plancksche Strahlungsgesetz

... gibt die Verteilung der elektromagnetischen Energie der Wärmestrahlung eines schwarzen Körpers in Abhängigkeit von der Wellenlänge (oder der Frequenz) der Strahlung an. Seine Herleitung des Strahlungsgesetzes (daraus leitet sich das **Plancksche Strahlungsspektrum** ab) gilt daher heute als die Geburtsstunde der Quantenphysik.



Wir Menschen sehen nur einen sehr begrenzten Teil der elektromagnetischen Strahlung ($0,38\mu\text{m} \dots 0,78\mu\text{m}$), für den restlichen Teil haben wir keine Sinneszellen. Dies ist kein Zufall, denn im Verlauf der Evolution hat sich das Auge genau an den Bereich der Wellenlängen angepasst, in dem auch die Sonne ihre energiereichsten Strahlungen abgibt (siehe Regenbogenband links in obiger Abbildung).

Wann wird ein Gas zum Treibhausgas?

Die erwärmte Erdoberfläche sendet Infrarotstrahlung aus, von der ein großer Teil von Treibhausgasen und Wolken absorbiert und wieder in alle Richtungen abgestrahlt wird. Der zur Erdoberfläche gerichtete Teil dieser Strahlung erzeugt den so genannten **Treibhauseffekt**.

Die Wellenlängen der Infrarotstrahlung können nur von solchen Molekülen absorbiert werden, die durch Schwingungen ihr Dipolmoment ändern. Diese Bedingung erfüllen Moleküle, die aus zwei verschiedenen oder aus mindestens drei Atomen zusammengesetzt sind.

Zweiatomige Gase wie Sauerstoff O_2 und Stickstoff N_2 , die Hauptkomponenten in unserer Atmosphäre, können nur symmetrische Schwingungen ausführen, die das Dipolmoment nicht verändern.

Kohlendioxid, ein **dreiatomiges** Gas, kann neben symmetrischen auch **unsymmetrische** Schwingungen ausführen, die durch Infrarotstrahlung angeregt werden.

Allerdings wird nicht der gesamte Bereich der Infrarotstrahlung (1 bis $40\mu\text{m}$) absorbiert, sondern nur ein kleiner Bereich, der für jedes Klimagas (Wasserdampf, Kohlendioxid, Methan) verschieden ist.

Kohlendioxid absorbiert nur in zwei engen Bereichen des Infrarotspektrums, die um $4,3\mu\text{m}$ und um $15,3\mu\text{m}$ liegen.

Ohne jeglichen Treibhauseffekt wäre die mittlere Temperatur auf der Erde um 33°C niedriger, sodass sich ein Leben, so wie wir es heute kennen, kaum entwickelt hätte.

Aber: Den weitaus größten Anteil am Treibhauseffekt, nämlich von etwa 66 Prozent oder 22°C hat der **Wasserdampf**, der somit das effektivste aller Treibhausgase ist.

Das natürlich in der Atmosphäre befindliche **Kohlendioxid** steuert dagegen nur etwa 15 Prozent bei, was einem Temperaturanteil von etwa 5°C entspricht.

In welchem Maß steigt der CO_2 -Gehalt der Atmosphäre?

Der natürliche Anteil des Kohlendioxids in der Luft beträgt ungefähr 0.03 Prozent, damit sind in der gesamten Atmosphäre etwa 2700 Milliarden Tonnen Kohlendioxid vorhanden.

Diese gigantische Menge bleibt aufgrund des so genannten Kohlenstoffkreislauf (Emission von Kohlendioxid durch Lebewesen und Absorption durch Photosynthese von Pflanzen) in etwa konstant.

Durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe und der Vernichtung von Wäldern durch Brandrodung kommen gegenwärtig pro Jahr 25 Milliarden Tonnen dazu, also etwa ein Prozent.

Tatsächlich steigt die jährliche Konzentration in der Atmosphäre aber nur um etwa 0.3 Prozent, da vor allem die Ozeane als sehr guter Speicher für Kohlendioxid dienen. Dieser jährliche Anstieg scheint insgesamt gering zu sein, aber im Verlauf der Jahrzehnte kam es trotzdem zu einer signifikanten Erhöhung des CO₂-Gehalts, von etwa 0.028 Prozent im 19. Jahrhundert auf 0.036 Prozent Ende des 20. Jahrhunderts.

Die Albedo

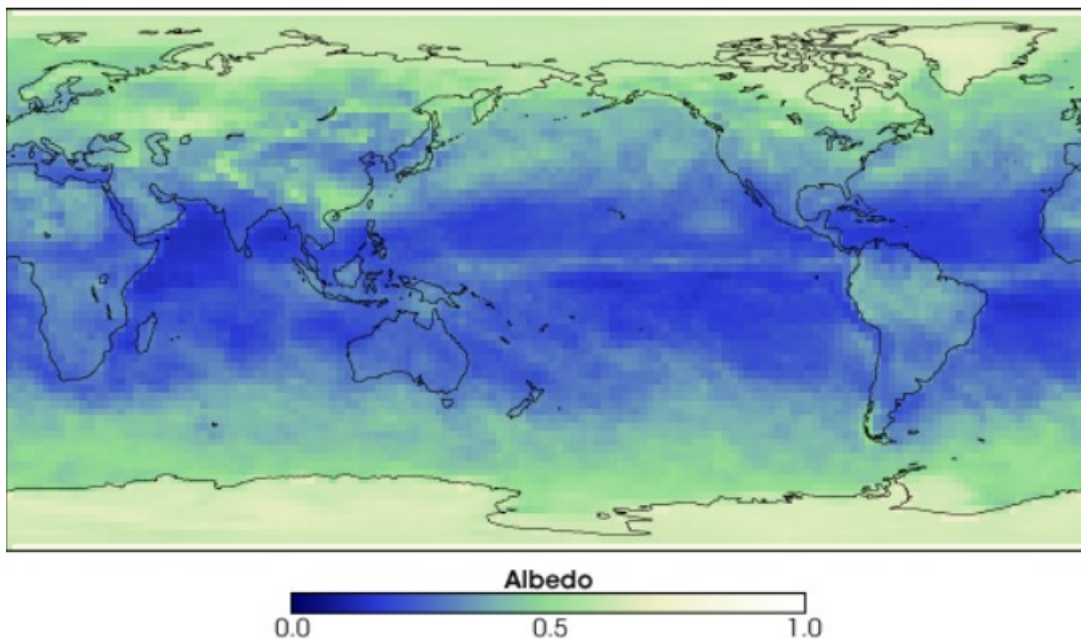
... ist ein Maß für die Helligkeit eines Körpers. Je heller der Körper ist, desto größer ist seine Albedo. Das bedeutet, dass mehr von der einfallenden Sonnenstrahlung reflektiert (d.h. "zurückgeschickt") wird, je heller der Körper ist.

Die reflektierte Strahlung steht für die Erwärmung des Körpers nicht zur Verfügung.

Der Rest der Strahlung wird von dem Körper absorbiert ("aufgenommen") und erwärmt ihn.

An einem heißem Sommertag ist zum Beispiel der dunkle Asphalt auf der Straße wesentlich wärmer als die grauen Gehwegplatten, weil die helleren Platten mehr Strahlung reflektieren.

Unsere Erde hat eine mittlere Albedo von ca. 0.3, d.h., 30 % der Sonnenstrahlung werden von der Erde reflektiert und wieder in den Weltraum zurückgeschickt.



Der Albedo Effekt ist der Grund, weshalb das Schmelzen der Gletscher durch die globale Erderwärmung ein Teufelskreis ist. Das Eis reflektiert normalerweise einen Großteil der Sonnenstrahlung, die auf unsere Erde trifft. Dadurch wird unser Planet kühl gehalten.

Je mehr Eis jedoch schmilzt, desto weniger Strahlung wird reflektiert. Stattdessen wird immer mehr Strahlung absorbiert. Das führt zu einer kontinuierlich steigenden Erwärmung unseres Planeten.

Aber was leider von der CO₂-Lobby kaum thematisiert wird:

Nicht nur die Gletscherschmelze verringert die Albedo der Erdoberfläche, auch immer weniger Wolken und immer mehr asphaltierte Flächen tragen dazu bei!

Mit dem rasanten Anstieg der Weltbevölkerung verschwindet immer mehr Regenwald zugunsten von Asphalt und Plantagen für Soja und Palmöl, es gibt also immer weniger Verdunstung und Wolkenbildung!