

Warum CO₂ ein starkes Treibhausgas ist, obwohl sein Volumenanteil in der Luft nur 0,04 Prozent beträgt; Absorptionsquerschnitt; Optische Dichte, optische Dicke, Transmission und das Lambert-Beer'sche Gesetz; Optische Dicke von atmosphärischem CO₂ und seine Relevanz im Strahlungshaushalt der Atmosphäre

(HTML Version)

ein Ausschnitt aus dem Buch
Das Zinsvorzeichen



Eine konzentrierter Geisteserguss gegen das kluge Böse.
von Tim Deutschmann (Physiker)

www.tim-deutschmann.de
(E-Mail)

3. September 2021

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Warum CO₂ ein starkes Treibhausgas ist, obwohl sein Volumenanteil in der Luft nur 0,04 Prozent beträgt	2
Absorptionsquerschnitt	3
Optische Dichte, optische Dicke, Transmission und das Lambert-Beer'sche Gesetz	3
Optische Dicke von atmosphärischem CO ₂ und seine Relevanz im Strahlungshaushalt der Atmosphäre	4

5. Juni 2019

Warum CO₂ ein starkes Treibhausgas ist, obwohl sein Volumenanteil in der Luft nur 0,04 Prozent beträgt

Man kennt ja das Argument von AfD, FDP, Teilen der Union, der Kohleindustrie & Co, dass CO₂ ja nur 0,04% der Luft ausmachen würde und deswegen nicht für die Erderwärmung verantwortlich sein könne. Ich will hier kurz erläutern, warum bei dieser dreisten Reduktion das Wesentliche weggelassen wird, nämlich die optischen Eigenschaften des Gases, die **nicht** allein von der Konzentration bestimmt werden, sondern auch vom sogenannten [Absorptionsquerschnitt](#).

Absorptionsquerschnitt

Wie stark ein Gas in der Atmosphäre optisch wirksam ist, hängt vom Produkt der Konzentration (proportional zu den 0,04% relativer Volumenanteil) und vom sogenannten [Absorptionsquerschnitt](#) ab.

Den stark wellenlängenabhängigen [Absorptionsquerschnitt](#) kann man sich in etwa wie die Fläche vorstellen, mit der ein einzelnes Molekül dem Licht der entsprechenden Wellenlänge erscheint. Um den Gesamtquerschnitt (also die Gesamtfläche) des CO₂s zu kennen, muss man logischerweise die „Fläche pro Molekül“ mit der Anzahl der Moleküle pro Luftvolumenelement multiplizieren, also „[Absorptionsquerschnitt](#) mal Konzentration“.

Optische Dichte, optische Dicke, Transmission und das Lambert-Beer'sche Gesetz

Das Produkt von [Absorptionsquerschnitt](#) und Konzentration heißt *optische Dichte*. Integriert man die optische Dichte entlang des Lichtwegs auf, erhält man die *optische Dicke* (optical thickness, s. Grafik unten die y Ordinate) τ .

Wenn man wissen will, wie hell es nach einer bestimmten Wegstrecke durch ein optisches Medium relativ zur Lichtintensität am Eintritt in die Erdatmosphäre ist, nimmt man die der Wegstrecke und der entlang dieses Weges gegebenen Konzentration entsprechende optische Dicke und setzt sie in das [Lambert-Beer'sche Gesetz](#) ein:

$$\frac{I}{I_0} = \exp(-\tau),$$

wobei der Ausdruck I/I_0 , die Transmission, das Intensitätsverhältnis des

WARUM CO₂ EIN STARKES TREIBHAUSGAS IST, OBWOHL SEIN VOLUMENANTEIL IN DER LUFT NUR 0,04 PROZENT BETRÄGT

Optische Dicke von atmosphärischem CO₂ und seine Relevanz im Strahlungshaushalt der Atmosphäre

transmittierten Lichts im Vergleich zur Intensität des in die Atmosphäre eintretenden Lichts ist. Man sieht, dass es bei optischen Dicken von 2-3

τ	I/I_0
0	1
0,1	0,9
0,2	0,82
0,5	0,61
1	0,37
2	0,14
5	0,0067
10	0,0000454

Abbildung 1: Ein paar Werte, damit klar ist, wie dieser mathematische Zusammenhang zwischen optischer Dicke τ und Transmission I/I_0 aussieht.

schon ziemlich „düster“ wird und das Gas das gesamte Licht wegabsorbiert und in Wärme umwandelt.

Optische Dicke von atmosphärischem CO₂ und seine Relevanz im Strahlungshaushalt der Atmosphäre

Die 0,04% erscheinen wie von AfD, Kohleindustrie & Co suggeriert zwar als gering, doch wird dabei weggelassen, dass der Absorptionsquerschnitt bei einigen Wellenlängen so groß ist, dass CO₂ deswegen ein optisch hochwirksames Treibhausgas ist.

WARUM CO₂ EIN STARKES TREIBHAUSGAS IST, OBWOHL SEIN VOLUMENANTEIL IN DER LUFT NUR 0,04 PROZENT BETRÄGT

Optische Dicke von atmosphärischem CO₂ und seine Relevanz im Strahlungshaushalt der Atmosphäre

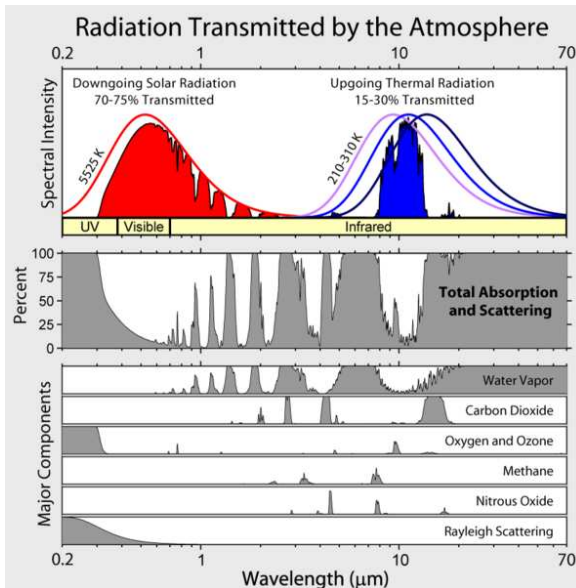
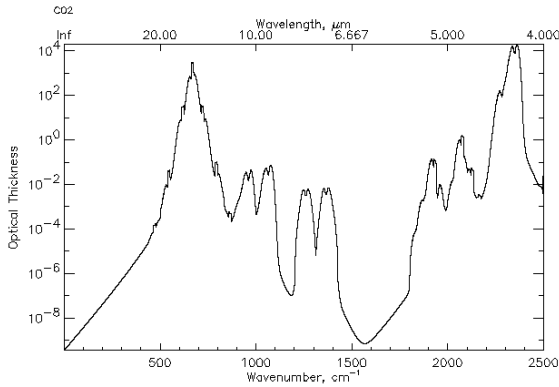


Abbildung 2: Wie die obere Grafik zeigt, ist CO₂ in den relevanten Wellenlängenbereichen des Sonnenspektrums optisch so 'dick', dass es ein starkes Treibhausgas ist. Die untere Grafik zeigt die Transmission I/I_0 für die klimarelevantesten Gase.

Index

Absorptionsquerschnitt, [2](#), [3](#)

Lambert-Beer'sche Gesetz, [3](#)