

Bodennahe Gasstrahlung oder Treibhauseffekt?

1. Die Grundlagen

Bei Wikipedia findet man die offizielle Definition: „Der **Treibhauseffekt** ist die Wirkung von Treibhausgasen in einer Atmosphäre auf die Temperatur der **Planetenoberfläche** wie die der Erde. Er bewirkt dort eine Temperaturerhöhung. Der Effekt entsteht dadurch, dass die Atmosphäre weitgehend transparent für die von der Sonne ankommende kurzwellige Strahlung ist, jedoch wenig transparent für die langwellige Infrarotstrahlung, die von der warmen Erdoberfläche und von der erwärmten Luft emittiert wird. (s. a. <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-funktioniert-der-treibhauseffekt>)

Die Analogie zwischen dem atmosphärischen Treibhauseffekt und einem Gewächshaus besteht in der Gemeinsamkeit, dass Licht nahezu ungehindert in das System eindringt, während die daraus entstehende Wärme das System weniger leicht verlassen kann. Je stärker der Wärmefluss nach draußen gedämmt wird, desto höher steigt im Inneren die Temperatur, bis ein Gleichgewicht zwischen umgewandelter Lichtenergie und Wärmeverlust erreicht wird. Im Gewächshaus kann die vom Boden aufsteigende Warmluft durch die Glaswände nicht nach draußen entweichen. Als Folge steigt die Lufttemperatur so weit an, bis die entsprechende Wärmeleistung durch die erwärmten Glaswände an die Umgebung abfließt. Ein Planet kann dagegen im Vakuum des Weltalls die empfangene Heizleistung nur durch Abgabe von Wärmestrahlung kompensieren und so seine Temperatur begrenzen. Treibhausgase senden dabei einen Teil dieser Wärmestrahlung wieder zurück zur Oberfläche, welche dadurch weniger effektiv gekühlt und folglich wärmer wird. Diese zusätzliche Erwärmung wird durch den Begriff Treibhauseffekt beschrieben.“

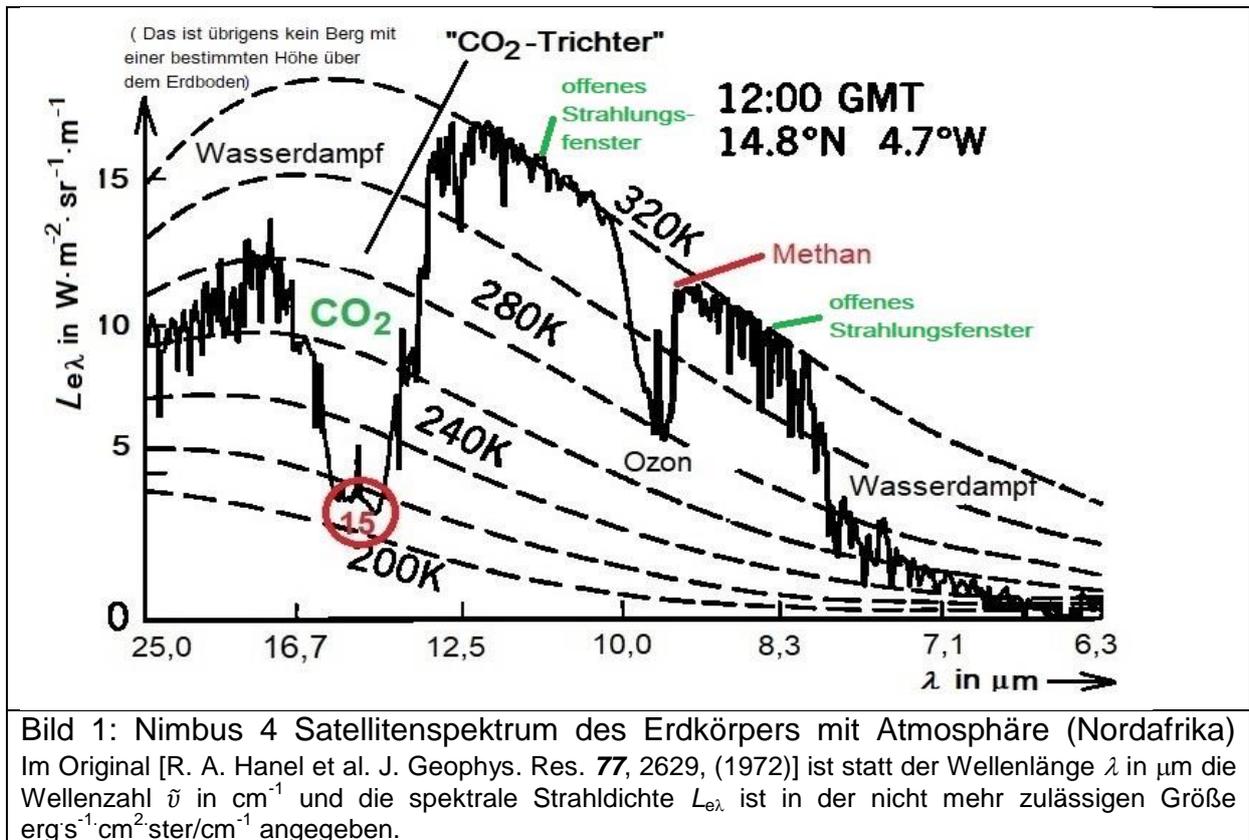
Hört sich alles ganz schlüssig an und wird auch so **geglaubt**, insbesondere, weil es in den Medien ständig wiederholt wird. Ist der „Treibhauseffekt“ wirklich eine gesicherte naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeit oder nur eine unbewiesene und unbeweisbare Hypothese, die sich jeglicher Falsifizierung entzieht? Beeinflussen anthropogene „Treibhausgase“ wirklich das Klima?

Die zentrale These, mit der alles steht oder fällt, ist: Treibhausgase senden einen Teil ihrer Wärmestrahlung (IR-Strahlung) über einer Strahlungstransportmechanismus auch aus größerer Höhe zurück zur Erdoberfläche. Diese erwärmt sich somit nicht nur durch direkte Sonneneinstrahlung sondern zusätzlich durch Infrarotstrahlung, die von atmosphärischen „Treibhausgasen“ ausgehen.

Stimmt das? Zur Beantwortung muss man sich die Grundlagen näher betrachten.

- Als „Treibhausgase“ gelten IR-aktive Spurengase (CO₂, CH₄, N₂O u. ä. sowie natürlich der atmosphärische Wasserdampf). Diese sollen durch „Rückstrahlung“ die Erdoberfläche **zusätzlich** erwärmen.
- Unstrittig ist, IR-aktive Spurengase in der Atmosphäre absorbieren und emittieren Infrarotstrahlung – und das ist besonders wichtig – in einem Wellenlän-

genbereich, den der Erdkörper bei der angenommen Mitteltemperatur von 15°C (288 K) emittiert (Bild 1).



Auf der Ordinate ist die „Wärmestrahlung“ als **spektrale Strahldichte** $L_{e\lambda}$ aufgetragen. Die gestrichelten Linien sind die berechneten Emissionskurven (*Planck*-Kurven) bei einer bestimmten **Temperatur** (z. B. bei 240 K = -33 °C oder 320 K = 47 °C). Auf der Abszisse ist die **Wellenlänge** λ aufgetragen. CO₂ hat hauptsächlich zwei IR-aktive Schwingungsbanden nämlich um 4,2 μm und um 15 μm . Deutlich erkennt man in Bild 1, dass die für den Treibhauseffekt wichtige Bande bei 15 μm liegt. Sie erscheint als trichterförmige Einbuchtung („CO₂-Tichter“) und man meint, diese Einbuchtung sei der Beweis für den Treibhauseffekt, denn sie stellt eine Minderemission der Erdoberfläche dar. Um dies zu kompensieren, steigt die Oberflächentemperatur um einen entsprechenden Betrag. Die Planck-Kurve, die bei 320 K (+ 47 °C) liegt, wird entsprechend angehoben. Bei + 2°C wären dies 322 K. Zur Überprüfung der Hypothese müssen wir zunächst rechnen und benötigen hierzu die *Planck'sche* Strahlungsgleichung.

- Die Emission von IR-Strahlung (Treibhauseffekt) erfolgt gemäß dem **Planck'schen Strahlungsgesetz** (Gleichung 1):

$$L_{e\lambda} = \frac{2 \cdot h \cdot c^2}{\lambda^5 \Omega} \cdot \frac{1}{e^{\lambda \cdot k \cdot T} - 1}$$

$L_{e\lambda}$	h	k	λ	Ω	c	T
$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot m^{-1}$	$J \cdot s$	$J \cdot K^{-1}$	μm	sr	$m \cdot s^{-1}$	K

Halt Greta, Luisa, und Annalena – nicht aussteigen, denn genau **um die Emission gemäß dem Planck'schen Strahlungsgesetz geht es beim Treibhauseffekt!** Fast

könnte man sagen, es ist der Treibhauseffekt, wenn da nicht noch das Glücklichenrechnen mittels **Strahlungstransport** wäre! Zunächst die Bedeutung der Formelzeichen:

- $L_{e\lambda}$ ist die **spektrale Strahldichte** in $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$
- h ist die **Planck-Konstante** (früher: *Planck'sches* Wirkungsquantum) $h=6,62\cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- c ist die **Lichtgeschwindigkeit** $c = 3\cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- k ist die **Boltzmann-Konstante** $k = 1,38\cdot 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$
- λ ist die **Wellenlänge** in m
- Ω ist der **Raumwinkel** in sr (Steradian). Das ist scheinbar eine „komplizierte“ Größe. Deshalb hierzu die Erklärung: Ein Raumwinkel von 1 sr umschließt auf einer Kugel mit dem Radius 1 m eine Fläche von 1 m^2 . Da eine ganze Kugeloberfläche den Flächeninhalt $4\pi r^2$ hat, ist der zugehörige volle Raumwinkel $\Omega = 4\pi \text{ sr} = 12,57 \text{ sr}$. Es verhält sich also ähnlich wie bei einem Kreis, der beim Radius 1 m einen Umfang von $2\pi \cdot 1\text{m} = 6,28 \text{ m}$ hat. Analog besitzt eine Kugel mit dem Radius $r = 1\text{m}$ eine Oberfläche $12,57 \text{ m}^2$ und das **Volumen** dieser Einheitskugel ist $\frac{4}{3}\pi(1 \text{ m})^3 = 4,19 \text{ m}^3$.
- T ist die **Temperatur** in K

Eine Einheitenbetrachtung ergibt:

$$[L_{e\lambda}] = \frac{\text{J}\cdot\text{s}\cdot(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})^2}{\text{m}^5\cdot\text{sr}} \cdot \frac{1}{\frac{\text{J}\cdot\text{s}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{\text{m}\cdot\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{K}}} = \frac{\text{J}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}}{\text{m}^5\cdot\text{sr}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{sr}\cdot\text{m}^1} = \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1} = \mathbf{W\cdot sr^{-1}\cdot m^{-3}}$$

Sieht man vom Raumwinkel ab, so hängt die spektrale Strahldichte nur von der betrachteten **Wellenlänge** λ und - ganz wichtig - von der **Temperatur** T des Emitters ab.

2. Rechnen mit der Planck'schen Strahlungsgleichung

Aus dem Bild 1 geht hervor, dass für CO_2 die Emissionswellenlänge im Bereich um $\lambda = 15 \mu\text{m} (= 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m})$ wesentlich ist. Nimmt man erdbodennah eine Kugel mit $r = 1\text{m}$ an, so hat diese das Volumen von $V = 4,17 \text{ m}^3$ bei $\Omega = 12,57 \text{ sr}$. Nun kann man mit dem *Planck'schen* Strahlungsgesetz (Gleichung 1) rechnen, indem die postulierte Mitteltemperatur der Erde in Höhe von $15 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T = 288 \text{ K}$) nebst der Wellenlänge $\lambda = 15 \mu\text{m} = 1,5\cdot 10^{-5} \text{ m}$ sowie den oben angegebenen Naturkonstanten einsetzt werden:

$$L_{e\lambda} = \frac{2 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{(1,5 \cdot 10^{-5})^5 \cdot 12,57} \cdot \frac{1}{e^{\frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 288}} - 1}$$

$$L_{e\lambda} = \mathbf{461.750 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1} \text{ bzw. } 461.750 \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-3} (288 \text{ K})}$$

Dieser Betrag erscheint ungewöhnlich hoch. Man muss sich aber vor Augen halten, dass fiktiv $4,19 \text{ m}^3$ festes CO_2 vorliegen (s. o. Kugelradius 1 m!). Da das Volumen eines CO_2 -Moleküls nur $V(\text{CO}_2) = 3,77\cdot 10^{-26} \text{ m}^3/\text{Molekül}$ beträgt, sind im Volumen der Kugel mit $r = 1\text{m}$ vorhanden:

$$N = \frac{4,19 \text{ m}^3}{3,77 \cdot 10^{-26} \text{ m}^3/\text{molec}} = 1,11 \cdot 10^{26} \text{ molec (= Moleküle) enthalten.}$$

Damit relativiert sich die oben berechnete spektrale Strahldichte je Molekül zu:

$$L_{e\lambda} = 461.750 \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-3} / 1,11 \cdot 10^{26} \text{ molec} = \mathbf{4,2 \cdot 10^{-21} \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}/\text{molec}}$$

Bei 350 ppm sind in 4,19 m³ Luft 3,89 · 10²² Moleküle CO₂ enthalten, welche bei 15 °C und 15 μm mit einer spektralen Strahlungsdichte von 163,4 W·sr⁻¹·m⁻³ **in alle** Raumrichtungen emittieren – also auch in Richtung der Erdoberfläche.

Berechnen wir als nächstes die spektrale Strahldichte in 1000 m Höhe. Hier beträgt die Temperatur nur 267 K (-6 °C), denn für den (linearen) Temperaturgradienten gilt:

$$\text{grad } T = -0,006 \text{ K/m}$$

Setzen wir die 267 K in 1000 m Höhe in die *Planck'sche* Gleichung ein und rechnen:

$$L_{e\lambda} = \frac{2 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{(1,5 \cdot 10^{-5})^5 \cdot 12,57} \cdot \frac{1}{e^{\frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 267}} - 1}$$

$$L_{e\lambda} = \mathbf{352.230 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1} = 352.230 \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-3} \text{ (267 K)}}$$

Vergleich:

Spektrale Strahlungsdichte für die Einheitskugel (r =1m) mit reinem CO₂ (fest)	
Erdbodennah bei 288 K (15 °C)	$L_{e\lambda} = 461.750 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$
In 1000 m Höhe bei 267 K (-6 °C)	$L_{e\lambda} = 352.230 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$
Spektrale Strahlungsdichte je CO₂-Molekül	
Erdbodennah bei 288 K (15 °C)	$L_{e\lambda} = 4,2 \cdot 10^{-21} \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}/\text{molec}$
In 1000 m Höhe bei 267 K (-6 °C)	$L_{e\lambda} = 3,2 \cdot 10^{-21} \text{ W}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}/\text{molec}$

Die spektrale Strahldichte $L_{e\lambda}$ der 15 μm Bande des CO₂ ist in 1000 m Höhe wesentlich **geringer** als unmittelbar über dem Erdboden.

Da **Energie** in einer definierten Zeiteinheit (Leistung) immer nur von einem **höheren Niveau zu einem niedrigeren Niveau** fließt, ist es **physikalisch unmöglich**, dass die 15μm-Bande des CO₂ den Erdboden aus größerer Höhe im Sinne eines Treibhauseffektes erwärmen kann. Das geht auch nicht über einen Strahlungstransport.

Wasser fließt bekanntlich auch nicht den Berg hinauf. Wer allerdings glaubt, dass „Treibhausgase“ die Erdoberfläche aus größerer Höhe durch Rückstrahlung erwärmen, muss schon einmal bergauf fließendes Wasser beobachtet haben.

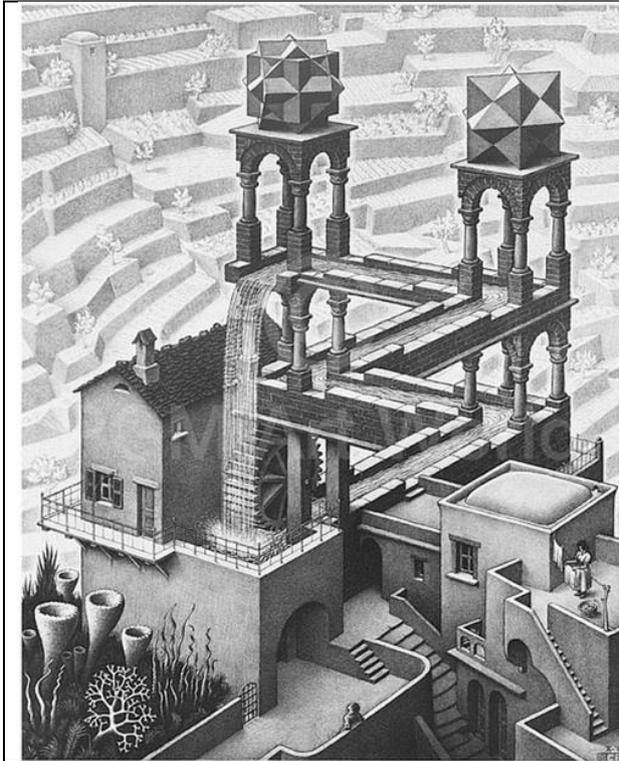


Bild 2: Allegorie des Treibhauseffekt nach M. C. Escher

„Der unübertroffene Graphiker unmöglicher Welten, *Maurits Cornelius Escher*, hat eine perfekte Allegorie des Treibhauseffekts gezeichnet (Bild 2). Genau wie beim Treibhauseffekt handelt es sich um eine **mit Argumenten nicht widerlegbare Kopfgeburt** - und das Wasser fließt immer bergauf!

Auch hier ist „Science settled“:

Eine Erwärmung des wärmeren Erdbodens mittels Strahlung aus einer kälteren Luftschicht (negativer Temperaturkoeffizient) ist vollkommen ausgeschlossen. Deshalb handelt es sich bei der postulierten Treibhausehypothese um ein **Perpetuum mobile zweiter Art**.

Gäbe es ein solches, könnte beispielsweise ein Ozeandampfer seine Antriebsenergie unter Abkühlung des Wassers aus dem Meer gewinnen.

Die Nichtexistenz des Perpetuum zweiter Art beruht übrigens auf dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik, der den Begriff der Entropie behandelt. Auch **Max Planck** hat sein Strahlungsgesetz mittels des Begriffs der mikrokkanonischen Zustandssumme entwickelt, mit der man die **Entropie** in der statistischen Thermodynamik beschreibt. Die Behauptung, das Entropieprinzip gälte nicht für elektromagnetische Strahlung bzw. für Photonenflüsse, widerspricht gesicherter physikalischer Erkenntnis.

Nebenbei bemerkt, ist Entropie das **Transportsystem**, mittels der Wärme ein System verlässt. Sperrt man der Entropie den „Ausgang“, bleibt das System auf ewig warm. Hört sich kompliziert und unverständlich an. Ist es aber nicht. Eine Teekanne kühlt schnell von selbst ab, wenn man sie stehen lässt. Stülpt man eine Wollmütze drüber, bleibt sie länger warm, weil man der Entropie als Transportgröße für Wärme ein Hindernis in den Weg stellt. Dennoch ist die Wollmütze kein Treibhauseffekt, denn sie strahlt der Teekanne keine Energie zu.

Stephan Rahmstorf vom Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) klärt auf: „Manche „Skeptiker“ behaupten, der Treibhauseffekt könne gar nicht funktionieren, da (nach dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik) keine Strahlungsenergie von kälteren Körpern (der Atmosphäre) zu wärmeren Körpern (der Oberfläche) übertragen werden könne. Doch der 2. Hauptsatz ist durch den Treibhauseffekt natürlich nicht verletzt, da bei dem Strahlungsaustausch in beide Richtungen netto die Energie von warm nach kalt fließt.“ http://www.pik-potsdam.de/~stefan/leser_antworten.html

Rechnen wir einmal mit obigen Zahlen:

Von warm nach kalt (aufwärts)	Von kalt nach warm (abwärts)
461.750 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot m^{-1}$	352.230 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot m^{-1}$
- 352.230 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot m^{-1}$	- 461.750 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot m^{-1}$
$\Delta L_{e\lambda} = + 109.520 \ W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot m^{-1}$	$\Delta L_{e\lambda} = - 109.520 \ W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot m^{-1}$

Die Nettostrahlung in beide Richtungen ist die Bilanz:

$$(+ 109.520 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}) + (- 109.520 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}) = \mathbf{0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}}$$

Stimmt, das ist der Treibhauseffekt!

Natürlich habe ich Unrecht, denn ein Professor, noch dazu von einem renommierten Institut des politischen Vertrauens, kann sich nicht irren, zumal alle Medien seine Ansichten verbreiten und sämtliche Suffizienzpolitiker*Innen darauf bauen.

3. Ist der aus großer Höhe wirkende Treibhauseffekt bewiesen?

Gerne wird der „CO₂-Trichter“ in Bild 1 als Existenzbeweis des Treibhauseffekts herangezogen. Man meint, die Fläche (Integral der 15 μm-Bande) des „Trichters“ entspräche der erwärmenden **Rückstrahlung des atmosphärischen CO₂**. Daher, so ist man felsenfest überzeugt, je mehr CO₂ in die Atmosphäre eingetragen wird, desto größer wird die „Trichterfläche“ (Rückstrahlung), desto wärmer wird der Erdboden, bis sich ein neues Gleichgewicht eingestellt hat.

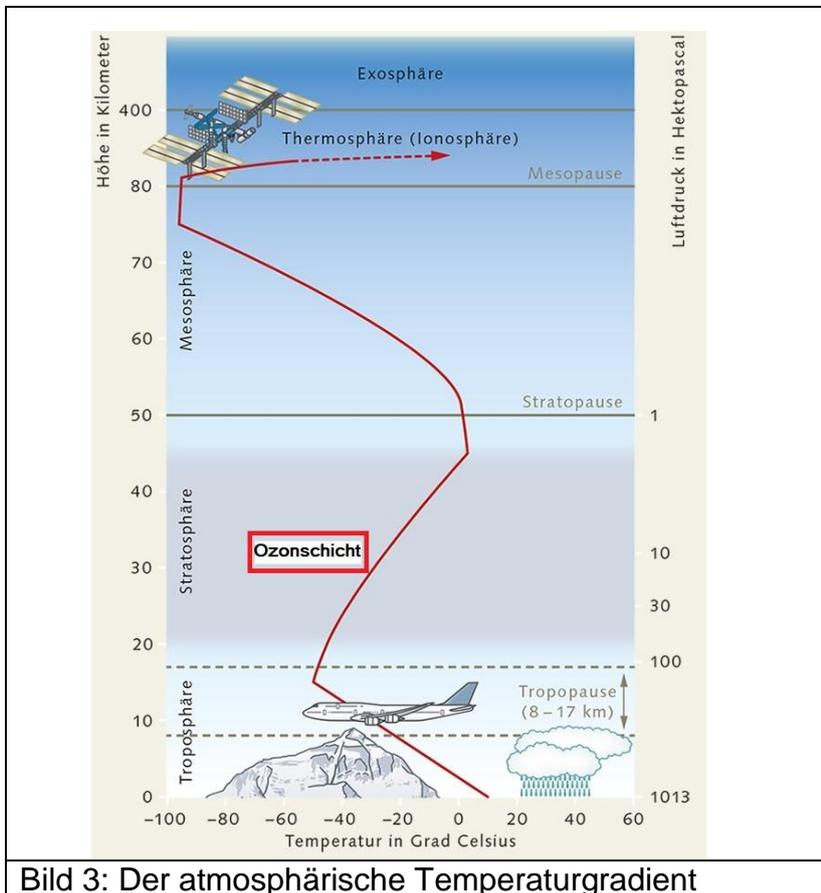


Bild 3: Der atmosphärische Temperaturgradient

Diese Argumentation ist falsch! Die „Trichterfläche“ wird nicht von einem Energiebetrag gebildet, der als Treibhauseffekt den Erdboden erwärmt. Vielmehr stellt der „CO₂-Trichter“ in Bild 1 das atmosphärische **Emissionsspektrum bzw. Emissionsbanden** des CO₂ (um 15 μm) dar. Der „Trichterboden“ stammt aus einer Höhe, in der eine **Temperatur** von ca. 223 K (ca. – 50 °C) herrscht. Dies ist etwa in 10 km über dem Erdboden der Fall (Bild 3). Die Emissionen „links und rechts“ des „Trichterzentrums“ (= „Trichterboden“) stammen aus einer noch größeren Höhe, in der nicht nur ein geringerer Druck herrscht,

sondern **wieder höhere Temperaturen** vorliegen (Bild 3), so dass **auch schwächere „Emissionsbereiche“** (Schwingungs-Rotationsbanden mit **höheren** Rotationsquantenzahlen) angeregt werden. Zur Erinnerung: Für die Rotationsquantenzahl J gilt $J = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots \pm \infty$. Der postulierte, unbewiesene und unbeweisbare **anthropogene** Treibhauseffekt des CO₂ beginnt etwa bei $J = \pm 25$. Wer nicht mit der IR-Spektroskopie vertraut ist, kann das mit Sicherheit nicht verstehen, deshalb wird weiter unten noch einmal darauf eingegangen.

Viel wichtiger ist das Folgende:

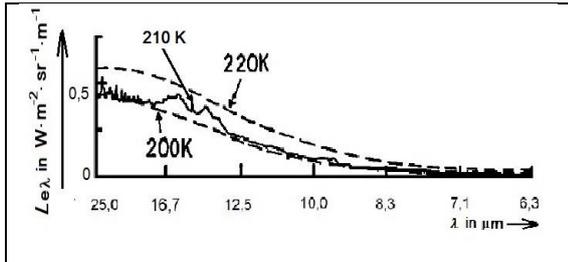


Bild 4: Nimbus 4 Satellitenspektrum des Erdkörpers mit Atmosphäre (Arktis)

Dass es sich beim „CO₂-Trichter“ keinesfalls um einen den Erdboden erwärmenden Effekt handeln kann, geht schon aus dem Bild 4 hervor. Das über der Arktis aufgenommene Satellitenspektrum belegt, dass CO₂ nicht als „Treibhausgas“ wirkt, andernfalls würde die 15 μm-Bande nicht nach „oben ausstülpfen“. Während das arktische Eis eine Temperatur von 200 K (-73 °C) hat, emittiert das CO₂ in einer Höhe von ca. 10 km bei ca. 210 K (ca. - 63 °C). Die „treibhausgasbehaftete“

Atmosphäre ist in 10 km Höhe dauerhaft wärmer als das Eis, und bringt es dennoch nicht durch Rückstrahlung zum Schmelzen!

Stratosphärisches Ozon (O₃) soll ein sehr starkes „Treibhausgas“ sein. In Bild 3 erkennt man, dass die Ozonschicht in einer Höhe zwischen 20 und 48 km liegt, wo eine Temperatur um $T = 280$ K herrscht. Nur in Nähe der Erdpole (Barrow) spielt dies eine Rolle. Wie man weiter unten im Bild 10 erkennt, gelangt die IR-Emission des O₃ mangels Selbstabsorption (vgl. Kap. 4) aus großer Höhe direkt zum Erdboden – schmilzt aber nicht das Eis! Max Planck erklärt: „Die Wärmestrahlung dagegen ist an sich gänzlich unabhängig von der Temperatur des Mediums, durch welches sie hindurchgeht. So kann man durch eine Sammellinse von Eis hindurch, die sich auf der konstanten Temperatur von 0° C befindet, Sonnenstrahlen in einen Brennpunkt konzentrieren und zur Entzündung eines leicht brennbaren Körpers benutzen“ (Max Planck, Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung, Leipzig 1921).

4. Satellitenspektrum und Fraunhofer'schen-Linien

Die Bilder 5 und 6 vergleichen die Spektren der Sonne mit denen der Erde.

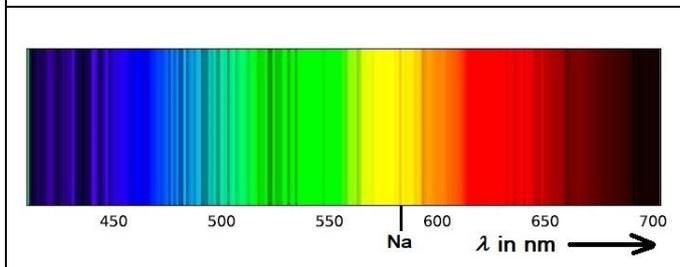
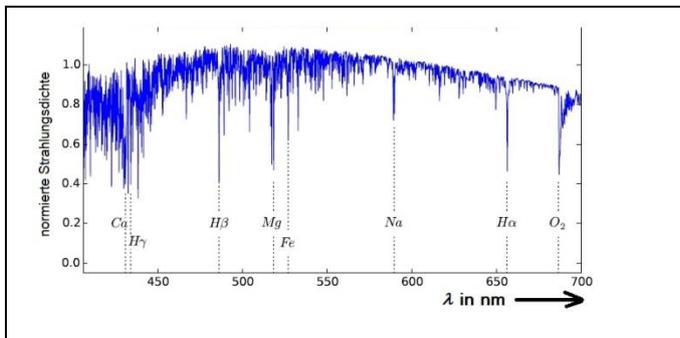


Bild 5: **oben** Emissionsspektrum der Sonne, **unten** zugehörige Fraunhofer'sche Linien (Transmissionsspektren)

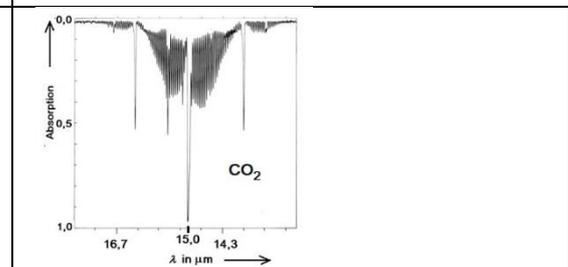
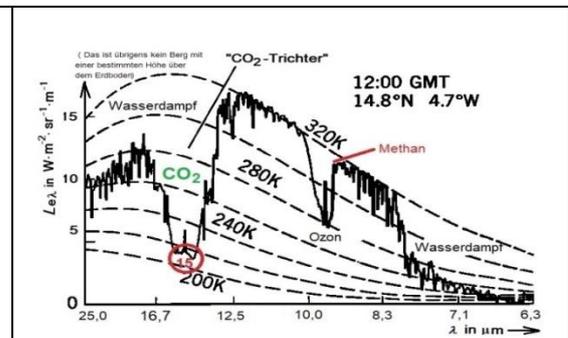


Bild 6: **oben** Emissionsspektrum der Erde, **unten** Absorptionsspektrum des CO₂ (15 μm-Bande)

1814 entdeckte Joseph Fraunhofer im Spektrum der Sonne linienförmige Bereiche minderer Helligkeit (Fraunhofer'sche Linien). Diese Spektralbereiche können be-

stimmten Elementen zugeordnet werden, die in der Solaratmosphäre vorhanden sind. Die *Fraunhofer'schen* Linien werden nicht etwa von einem „Treibhauseffekt“ nebst dadurch bedingter zusätzlicher Aufheizung der Sonne verursacht sondern beruhen auf einem geometrischen Effekt (s. u.).

Beispiel Natrium (Bild 7):

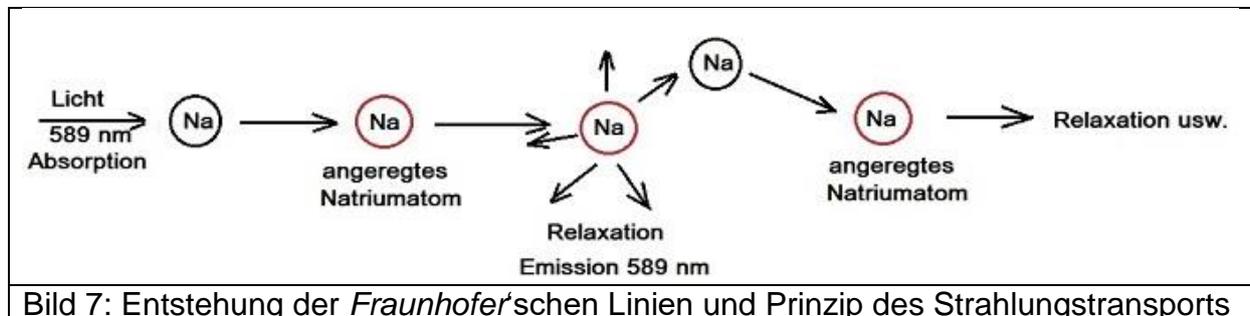


Bild 7: Entstehung der *Fraunhofer'schen* Linien und Prinzip des Strahlungstransports

Die besagten Spektrallinien entstehen in der unteren Chromosphäre der Sonnenatmosphäre. Beispielsweise wird die dort vorhandene elektromagnetische Strahlung („Licht“ mit $\lambda = 589 \text{ nm}$) von einem Natriumatom absorbiert. Dieses wird dabei angeregt und geht anschließend unter spontaner Emission elektromagnetischer Strahlung ($\lambda = 589 \text{ nm}$) wieder in den Grundzustand über (s. Bild 7). Den Vorgang nennt man Relaxation. Gemäß dem *Planck'schen* Strahlungsgesetz wird die Strahlung in alle Richtungen (Raumwinkel!) emittiert und trifft dabei natürlich in der Nachbarschaft auf ein weiteres Natriumatom, das dadurch angeregt wird („Selbstabsorption“). Auch dieses relaxiert wieder unter Emission.

Was geschieht mit der emittierten Strahlungsenergie? Sie heizt nicht die Sonne im Sinne eines Treibhauseffekts auf sondern wird in alle Raumrichtungen dissipiert. Ein außen stehender Beobachter nimmt durch diesen **geometrischen Effekt** mit einem Spektrometer eine Abschwächung des in seine Richtung gehenden Lichts mit $\lambda = 589 \text{ nm}$ wahr. Anstatt der hellgelben Natriumlinie sieht er eine dunkle Absorptionslinie – eben die *Fraunhofer'sche* Linie des Natrium im Sonnenspektrum. Der geometrisch rückwärts gerichtete Teil der Strahlung („Treibhauseffekt“) wirkt wegen des Selbstabsorptionseffekts **nur in unmittelbarer Nähe der Solaroberfläche** und heizt diese nicht nennenswert auf. Was hat das mit dem sogenannten „Treibhauseffekt“ zu tun? Eine ganze Menge! In Bild 6 erkennt man oben den „CO₂-Trichter“ nebst dem zugehörigen Absorptionsspektrum unten. Die Schlussfolgerung ist:

Der CO₂-Trichter im Satellitenspektrum des Bild 1 ist das molekülspektroskopische Pendant zu den *Fraunhofer'schen* Linien und **nicht** der Beweis des „Treibhauseffekts“. Der Unterschied (Linien = *Fraunhofer'sche* Linien zu breiten Emissionsbanden=„Satellitentrichter“) beruhen auf dem Unterschied zwischen Atomspektren und Molekülspektrum (CO₂).

Im Bild 7 ist übrigens das Prinzip des **Strahlungstransports** grob skizziert, auf den weiter unten eingegangen wird. Auch wenn bei diesem Vorgang die Emission beim Relaxationsvorgang in alle Raumrichtungen erfolgt – also auch in die Richtung der Strahlungsquelle - ist nicht bekannt, dass die *Fraunhofer'schen* Linien die Sonne im Sinne eines „Treibhauseffekts“ aufheizen! Es sei denn, man will unbedingt daran glauben, um den „Treibhauseffekt“ zu retten. **Auch in der Solaratmosphäre fließt die Energie stets von warm nach kalt** – ob man will oder nicht!

5. Die Strahlungstransportgleichung und das Kirchhoff-Gesetz

IR-aktive Gase wie CO_2 , CH_4 , H_2O (Dampf) usw. emittieren Wärmestrahlung. Insofern ist „Science settled“. Nun wird aber behauptet, diese IR-aktiven Gase würden **aus größerer Höhe zurückstrahlend** die Erdoberfläche erwärmen. Die Hypothese könne mit Hilfe der **Strahlungstransportgleichung** bewiesen werden. Diese wurde von Karl Schwarzschild im Rahmen von Studien zu Prozessen in der Sonnenatmosphäre postuliert und steht außerhalb der Kritik. Klimaforscher adaptierten die Strahlungstransportgleichung auf die Verhältnisse der irdischen Atmosphäre. Die Strahlungstransportgleichung berücksichtigt sowohl die **Absorption** als auch die **Emission** elektromagnetischer Strahlung und lautet in vereinfachter Form (Gleichung 2):

$$\frac{dI}{dh} = -\kappa \cdot I + j$$

- dI = infinitesimale Änderung der spezifischen Intensität (Strahldichte) in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$
- dh = infinitesimale kleine Weglänge (Höhe) (s. Bild 8)
- κ = Absorptionskoeffizient
- j = Emission mit der Einheit $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$ (vgl. Strahldichte)

Die **Absorption** wird durch den Term $-\kappa \cdot I$ und die **Emission** durch das Formelsymbol j ausgedrückt. Das negative Vorzeichen bedeutet, dass die Strahldichte mit zunehmender Höhe abnimmt. Die Strahlungstransportgleichung ist eine Integro-Differentialgleichung, für die eine formale Lösung angegeben werden kann, die aber nur in einfachen Spezialfällen brauchbare Lösungen liefert. Mit Erfolg kann die Strahlungstransportgleichung beispielsweise auf den Abkühlungsvorgang bei Glasschmelzen (Fa. Schott, Mainz) angewandt werden. Neben der Wärmediffusion spielt der Strahlungstransport eine Rolle. Hier sind störende hydrodynamische Materieflüsse vernachlässigbar. Aber auch in der Glasschmelze fließt der Energiestrom (Wärmestrom) niemals von kalt nach warm wie beim hypothetischen „Treibhauseffekt“.

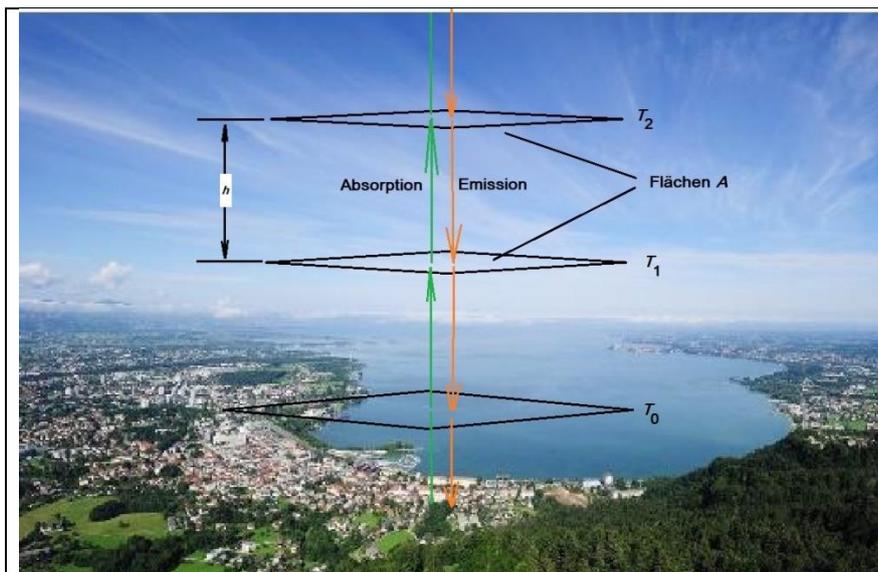


Bild 8: Strahlungstransport innerhalb der Atmosphäre

Wie aus dem Bild 8 hervorgeht stellt man sich die Atmosphäre beim Strahlungstransport geschichtet vor. Die Schichten werden durch die Flächen A begrenzt, die im infinitesimalen Abstand h zueinander stehen. Betrachtet man die Flächen A mit den Temperaturen T_1 und T_2 , so **emittiert** die untere IR-Strahlung (z. B. $15 \mu\text{m}$ von CO_2) in alle Richtungen. Da

die Strahlungsemission immer **temperaturabhängig** ist, muss mit der *Planck'schen* Strahlungsgleichung gerechnet werden, wobei T_1 die höhere Temperatur und T_2 die niedrigere Temperatur ist. Gemäß Gleichung 1 ist:

$$L_{e\lambda} \text{ (obere Schicht mit } T_2) < L_{e\lambda} \text{ (untere Schicht mit } T_1)$$

Sollte es einen „Treibhauseffekt“ geben, müsste der Energiefluss entgegen dem Entropiestrom von kalt nach warm fließen. Dies aber wäre ein Perpetuum mobile 2. Art.

Die Annahme des skizzierten Transportmechanismus, beruht auf dem **Kirchhoff'schen Strahlungsgesetz**, dem wiederum das *Planck'sche* Strahlungsgesetz zugrunde liegt. Es lautet:

Das Verhältnis der spektralen Strahldichte eines Körpers $L_{e\lambda}$ zur spektralen Strahldichte des sogenannten Schwarzen Strahlers $L_{e\lambda,S}$ ist konstant.

$$\frac{L_{e\lambda}}{L_{e\lambda,S}} = konst = \varepsilon = a \quad (\text{Gleichung 3})$$

Die Größe ε ist der **Emissionskoeffizient** und a ist der **Absorptionskoeffizient**, da die beiden Größen gleich sind, emittiert „treibhausgashaltige“ Luftschicht im gleichen Maße, wie sie IR-Strahlung absorbiert.

Das stimmt, da gibt es nichts zu rütteln. Dennoch:

1. Obwohl auch kältere, „treibhausgashaltige“ Luftschichten IR-Strahlung emittieren, lässt sich damit der „Treibhauseffekt“ bei einem **negativen** Temperaturgradient unter Annahme des Strahlungstransports nur verbal von oben „beweisen“.
2. Das *Kirchhoff*-Gesetz begründet keinen **Strahlungsenergieerhaltungssatz**, mit dem man einen atmosphärischen Treibhauseffekt postulieren könnte.
3. Im Ergebnis fließt Strahlungsenergie **netto** immer **von warm nach kalt** und niemals in umgekehrter Richtung. Letzteres wäre ein **Perpetuum mobile zweiter Art**.

Auch die im Auftrag der Politik hart arbeitenden Klimamodellierer tun sich schwer mit dem Strahlungstransport. Die LMU (München) Fakultät für Physik und Meteorologie schreibt:

„Strahlung ist der Hauptantrieb von Wetter und Klima unseres Planeten. Aufgrund des hohen Rechenzeitaufwandes ist Strahlungstransport in atmosphärischen Modellen noch immer approximiert und ungenau berechnet. Eine weit verbreitete Methode zur Berechnung des Strahlungstransports ist die sogenannte „independent column approximation“ (ICA), eine 1-dimensionale Näherung der Strahlungstransportlösung. Es ist jedoch bekannt, dass diese Methode systematische Abweichungen aufweist. Insbesondere in hochaufgelösten Modellsimulationen (sogenannten LES simulationen) werden zudem 3D Effekte des Strahlungstransports wichtig Dreidimensionale, numerische Simulationen sind (aber) sehr speicher- und rechenintensiv; insbesondere, wenn detaillierte Spektren berechnet werden sollen.“

An anderer Stelle liest man:

„Analytisch lässt sich zwar eine sog. formale Lösung der Strahlungstransportgleichung angeben. Diese ist aber nur für Spezialfälle in eine echte, brauchbare Lösung ausformulierbar.“ Und weiter heißt es: *„Für dreidimensionale Systeme und einfache*

Absorptionseigenschaften lässt sich das Strahlungstransportproblem auch mit Monte-Carlo-Simulationen lösen.“

Wo liegt das Problem? Das physikalische Geschehen in der Atmosphäre **wird auf Strahlung reduziert** und dabei übersehen, dass in der Troposphäre nicht nur die Strahlung sondern ganz **überwiegend die Flüsse sensibler und latenter Wärme** den Temperaturgradienten (Temperaturprofil) bestimmen. Will man beispielsweise die spektrale Strahlungsdichte $L_{e\lambda}$ in einer bestimmten Höhe über dem Erdboden berechnen, muss man die Temperatur T in dieser Höhe kennen. Will man umgekehrt die Temperatur T berechnen, muss die spektrale Strahlungsdichte $L_{e\lambda}$ in die Gleichungssysteme des Strahlungstransports einsetzen.

Zur sauberen Berechnung der physikalischen Vorgänge müsste die Strahlungstransportgleichung mit hydrodynamischen Flussgleichungen (Stoffflüsse innerhalb der Atmosphäre!) **gekoppelt** werden. Das aber ist auch mit den leistungsfähigsten Klimarechnern, die den Strombedarf einer Kleinstadt haben, nicht möglich.

6. Hat man den Treibhauseffekt gemessen?

Nein, man kann immer nur eine **lokale Gasstrahlung** messen, weil sowohl zenital als auch horizontal eintreffende Strahlung immer als lokale Strahlung vom Detektor registriert wird. Damit ist gemeint, ein Detektor kann nicht gleichzeitig die spektrale Strahlungsdichte in 1000 m Höhe und die in 1 m Höhe erfassen. Was man messen kann, ist nur die **lokale spektrale Strahlendichte**, von der man ohne Beweismöglichkeit (!) annimmt, dass die „atmosphärischen Gegenstrahlung“ das Ergebnis des Strahlungstransports ist. Zur Messung benutzt man **Pyrgeometer** (Bild 9). Der Detektor eines solchen Geräts erfasst, die aus dem Halbraum auftreffende IR-Strahlung.

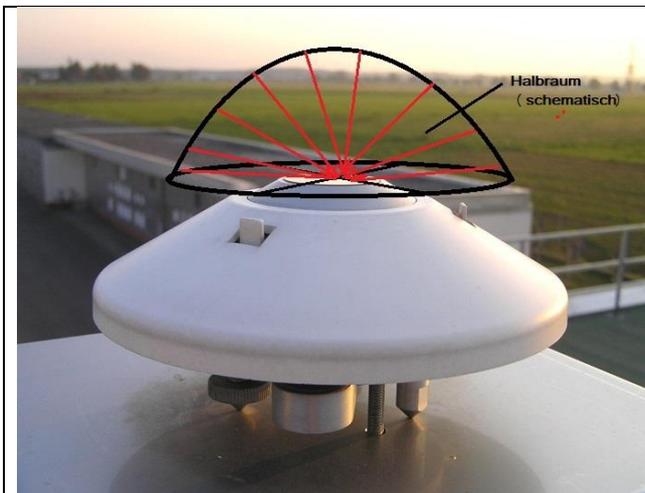


Bild 9: Pyrgeometer (Halbraum schematisch)

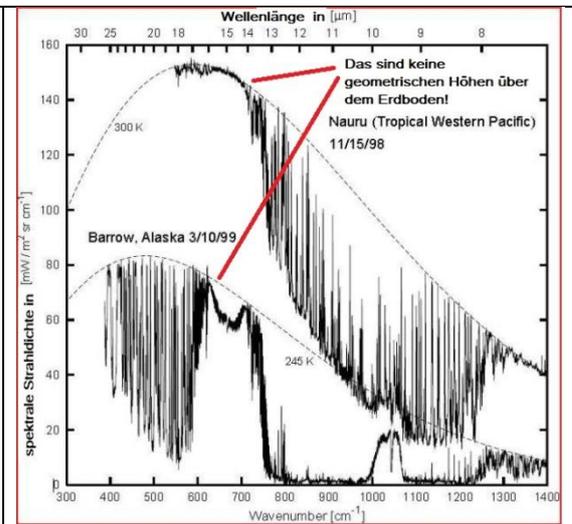
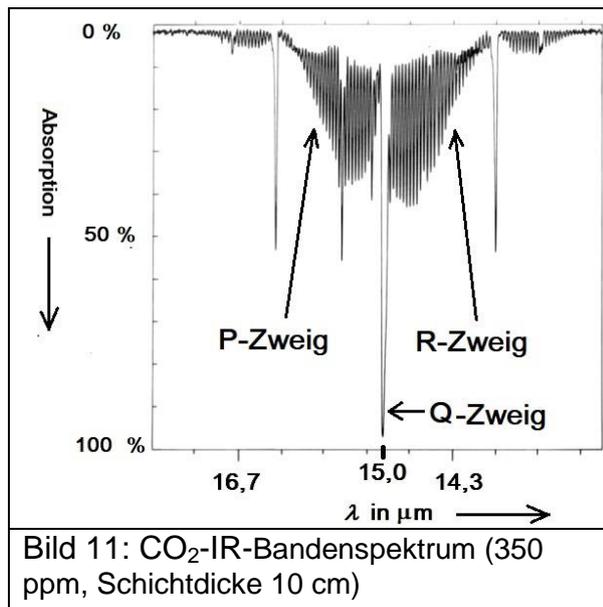


Bild 10: Strahlungsmessungen mit dem Pyrgeometer

Bild 10 zeigt Messungen mit dem Pyrgeometer in Barrow (Alaska) und in Nauru (Westpazifik). Die gestrichelten Linien sind die berechneten Planck-Kurven bei der jeweiligen Temperatur. Gemessen wird **senkrecht nach oben** (Zenit), wobei der Solaranteil der Strahlung diskriminiert wird mittels eines Kantenfilters, das nur den IR-Anteil der Strahlung durchlässt.

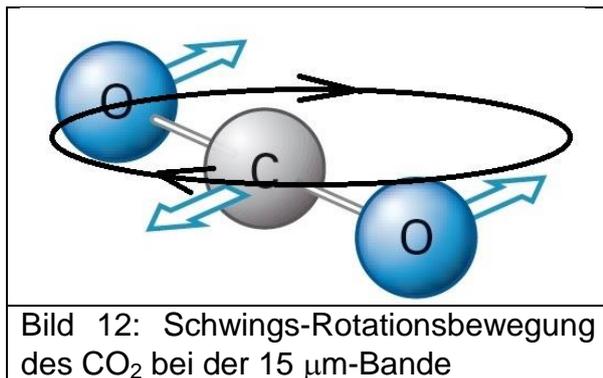
Misst man zum Ausschluss bodennaher Störstrahlungen mit dem Pyrgeometer in einer Höhe von 50 m und schwenkt das Gerät um 90 °, wird die von der Atmosphäre **aus horizontaler Richtung auftreffende lokale Strahlung** registriert. Weil CO₂-Moleküle in einem bestimmten Luftvolumen wegen des *Planck'schen* Strahlungsgesetzes in alle Raumrichtungen (Raumwinkel!) gleichmäßig emittieren, resultiert ein annähernd gleiches Spektrum wie in Bild 10. Die Winkelabhängigkeit ist bekannt und muss bei der Justierung eines Pyrgeometers zur Registrierung der zenitalen Strahlung („Treibhauseffekt“) berücksichtigt werden. **Das Pyrgeometer misst nicht den „Treibhauseffekt“ sondern nur IR-Strahlung unabhängig davon, aus welcher Richtung sie kommt.**

7. Reichweiten lokal emittierter IR-Strahlungsquanten des CO₂



Was als „Treibhauseffekt“ bezeichnet wird, ist die **lokal** wirkende Strahlung IR-aktiver Spurengase in der Atmosphäre.

Zur Beurteilung der „Fernwirkung“ dieser Gase, muss man die Reichweite der von ihnen emittierten Strahlung betrachten. Da die Strahlungstransportgleichung hierauf keine Antwort gibt, weil es keinen Strahlungsenergieerhaltungssatz gibt, kann man hilfsweise zur Abschätzung den **Absorptionsgrad** α in % oder noch besser die **Extinktion A** (Absorbance) heranziehen. Dazu muss man zunächst das IR-Spektrum in Bild 11 erläutern. Es handelt sich um ein **Schwingungs-Rotations-Spektrum**. Was ist damit gemeint?



Die Atome im CO₂-Molekül führen eine Schwingungsbewegung aus bei **gleichzeitiger** Rotation des Gesamtmoleküls. In Bild 12 ist dies am Beispiel der 15 μm-Bande gezeigt. Es handelt sich um eine **Beugeschwingung** (blaue Pfeile), wobei die **Rotation** durch den schwarzen Kreis symbolisiert wird. Würde das Molekül nur die Schwingungsbewegung ausführen, sähe man im Spektrum lediglich eine Linie, den Q-Zweig im Bild 11.

Nun verhält sich das Molekül ähnlich wie eine Schlittschuhläuferin, die eine Pirouette dreht. Zieht die Sportlerin die Arme an, rotiert sie schneller, umgekehrt rotiert sie langsamer, wenn sie die Arme ausstreckt. Wird also der Bindungsabstand zwischen den Atomen des CO₂ geringer, rotiert das Molekül schneller (R-Zweig in Bild 11). Bei größerem Bindungsabstand, erfolgt eine langsamere Rotation (P-Zweig in Bild 11). Im Gegensatz zur Schlittschuhläuferin erfolgt die Bewegungsänderung nicht kontinuierlich sondern in kleinsten Schritten. Eine solche portionsweise Änderung der Ener-

gie wird mathematisch als „diskret“ und physikalisch als „gequantelt“ bezeichnet. Zur Beschreibung nutzt man **Quantenzahlen**. Hier:

- R-Zweig: **Rotationsquantenzahl** $J = +1, +2, +3, \dots \infty$
- P-Zweig: **Rotationsquantenzahl** $J = -1, -2, -3, \dots \infty$

Die Schwingung selbst wird auch mit einer Quantenzahl gekennzeichnet v ($v = 1, 2, 3, 4, \dots$); Emission: Änderung $\Delta v = +1$, Absorption: Änderung $\Delta v = -1$. Auch Änderungen um $\Delta v = \pm 2, \pm 3$ usw. sind möglich. Es handelt sich dann um Oberschwingungen, die mindestens 15-mal bis sogar 14.000-mal schwächer als die zugehörigen Grundschwingungen ($\Delta v = \pm 1$) sind. Das IPCC stützt seine Argumentation u. a. auf eine solche Oberschwingung des CO_2 bei $9,6 \mu\text{m}$. Das spricht für sich!

Wie groß ist nun die Reichweite einzelner Emissionsbanden in der Luft bei 350 ppm CO_2 ? Das Spektrum im Bild 11 ist bei einer Schichtdicken von 10 cm (0,1 m) aufgenommen. Verlängert man die Schichtdicke auf 1000 m, dann sieht das Spektrum so aus:

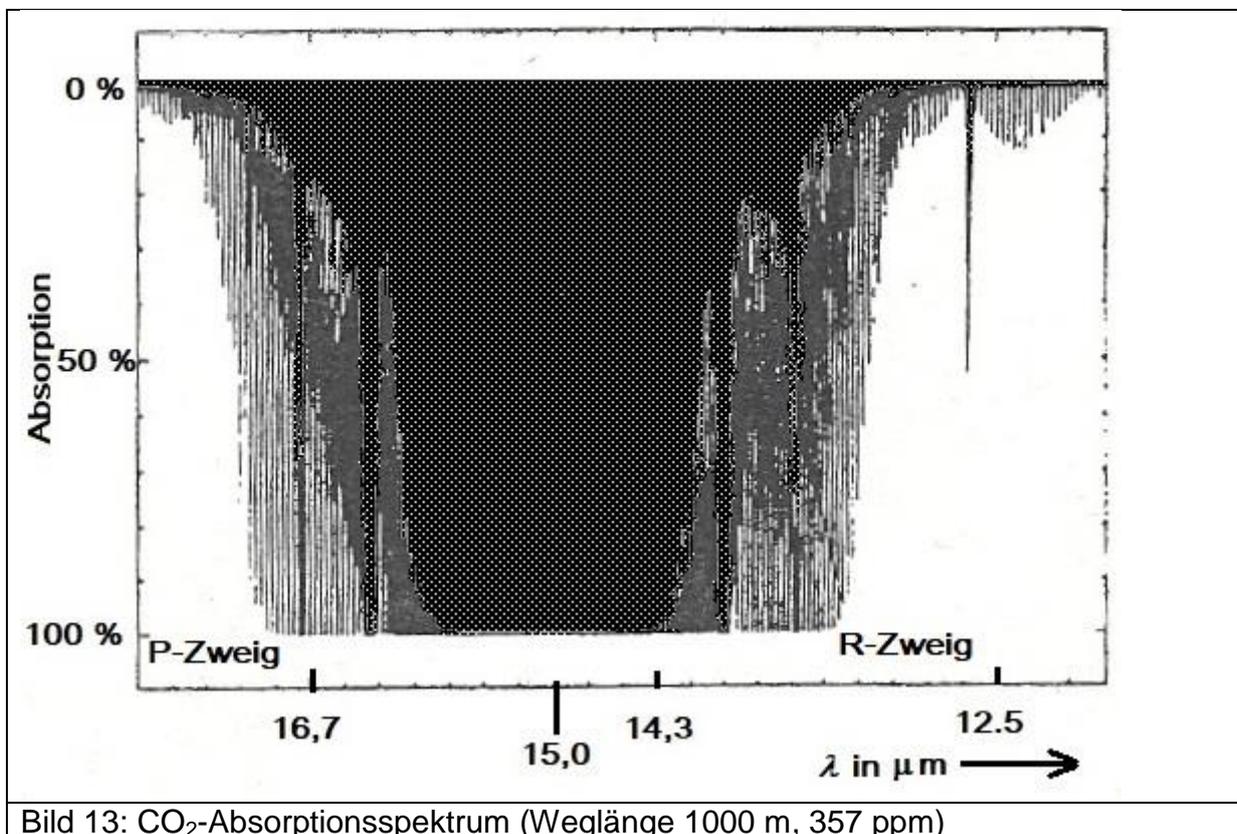


Bild 13: CO_2 -Absorptionsspektrum (Weglänge 1000 m, 357 ppm)

Wie aus dem Bild 13 ersichtlich, ist die Atmosphäre in 1000 m Höhe für IR-Strahlung um den $15 \mu\text{m}$ -Bereich vollkommen undurchlässig - als würde man durch ein Glas mit schwarzer Tinte ins Sonnenlicht schauen. Nur an den Rändern sind schwache Banden erkennbar, bei denen die Absorption noch nicht vollständig ist. **Selbst das IPCC erklärt 1990, dass der Absorptionsbereich des CO_2 fast vollkommen gesättigt („saturated“) ist.** Dann aber meint das IPCC: *“The effect of added carbon dioxide molecules is, however, significant at the Edges of the $15 \mu\text{m}$ band, and in particular around 13.7 and $16.3 \mu\text{m}$.”* (IPCC 1990). Dem muss man nachgehen!

Wie groß sind eigentlich die Reichweiten einzelner Banden? Die stärkste Bande ist der Q-Zweig mit $J=0$ (s. Bild 11). Bei einer Konzentration von 350 ppm CO_2 beträgt bei $l = 10 \text{ cm}$ der Absorptionsgrad dieser Bande ca. $\alpha = 97 \%$ (bzw.: $\alpha = 0,97$)! Die **Transmission** τ ist weniger als $\tau = 100 \% - 97 \% = 3 \%$ (bzw. $\tau = 0,03$).

Die **Extinktion** ist definiert als $A = -\lg \tau$. Bsp.: $A = -\lg 0,03 = 1,52$

Die Konzentration von 350 ppm CO_2 entspricht umgerechnet $c = 1,56 \cdot 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Für die **optische Reichweite** l gilt das *Bouguer-Lambert-Beer-Gesetz* (Gleichung 4):

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

A = Extinktion, Absorbance

ε = molarer dekadischer Extinktionskoeffizient in $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$

l = Reichweite, Strecke in m

Bei folgender Rechnung soll angenommen, dass nach einer bestimmte Strecke l nur noch 1‰ ($\tau = 0,001$) der Ausgangslichtintensität vorhanden ist ($A = -\lg 0,001 = 3$). Die Q-Bande bei $15 \mu\text{m}$ ist sehr stark und hat einen molaren dekadischen Extinktionskoeffizienten von $\varepsilon = 4767 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Rothman et al. 1987). Mit diesen Angaben lässt sich die Weglänge berechnen, nach der noch 1‰ der emittierten Strahlung auf einen Detektor trifft:

$$l = \frac{A}{\varepsilon \cdot c} = \frac{3}{4767 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1} \cdot 1,56 \cdot 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}} = 40,3 \text{ cm} = \mathbf{0,4 \text{ m}}$$

Nach 27 cm kommt bei dieser Bande bereits nur noch 1 % der emittierten Strahlung an. Auch dies belegt: Der „Treibhauseffekt“ eine **bodennahe Gasstrahlung**.

Die schwachen Banden werden weniger stark absorbiert, und sie sind es, mit denen der IPCC den anthropogenen Treibhauseffekt begründet.

Dazu muss man aber wissen, dass für Besetzung der jeweiligen Banden die *Boltzmann-Verteilung* gilt (Gleichung 5).

$$\frac{N_J}{N_{J=0}} = (2J + 1) \cdot e^{-\frac{B \cdot h \cdot c \cdot J(J+1)}{k \cdot T}}$$

N ist die Zahl der CO_2 -Moleküle bei einer bestimmten Rotationsquantenzahl, die Größen h , c , k und T wurden bereits bei Gleichung 1 erläutert. Neu ist die Größe B . Es handelt sich um die Rotationskonstante, die bei höheren Werten von J nicht mehr konstant ist, sondern größer wird. Deshalb wird zur anschaulichen Vereinfachung hier nicht mit der Gleichung 5 gerechnet sondern hilfswiese die Extinktionskoeffizienten herangezogen zur Abschätzung der Boltzmann-Verteilung $N_J/N_{J=0}$.

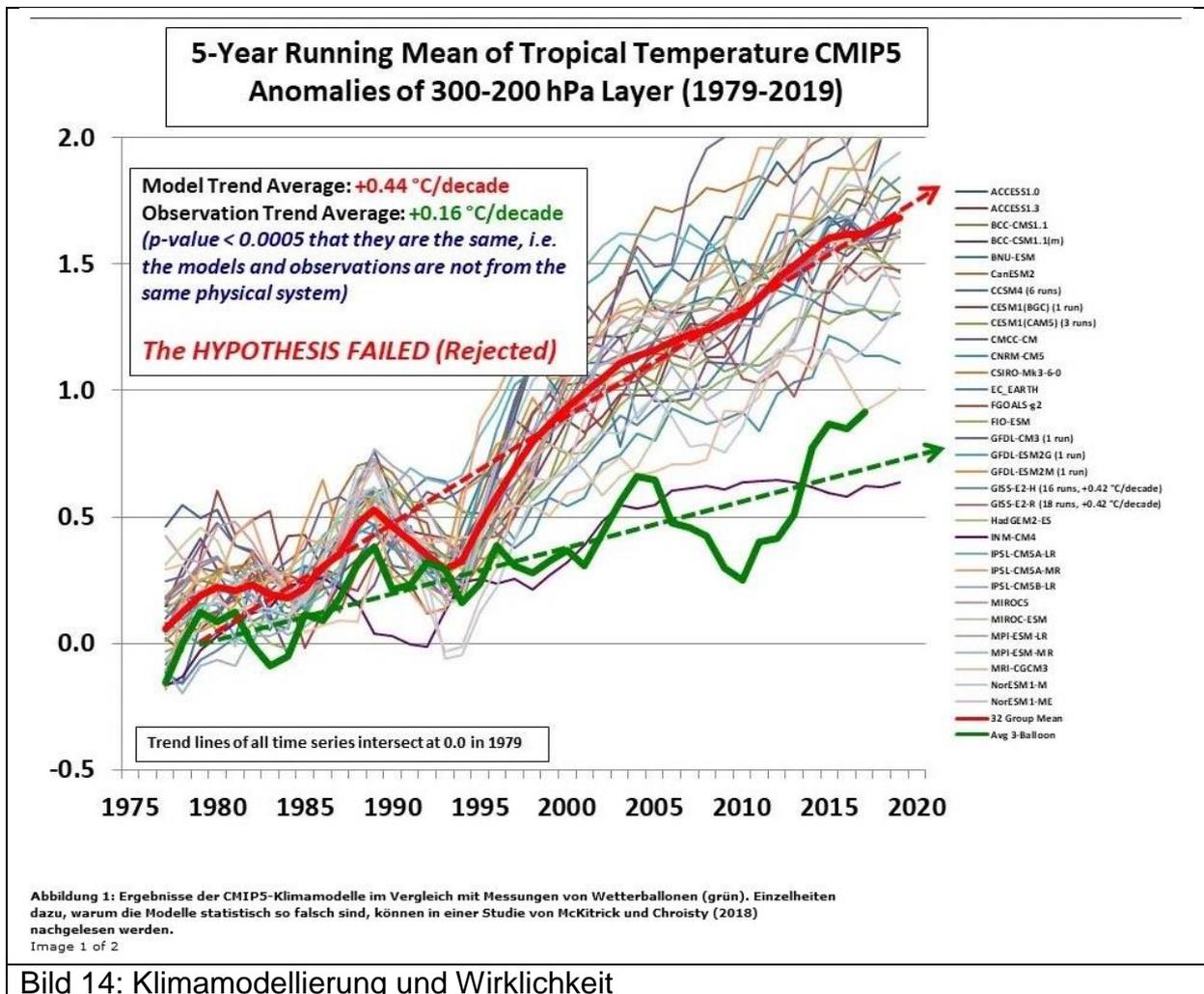
Die in Bild 13 imponierend aussehende schwache Bande um $16,74 \mu\text{m}$ hat die Rotationsquantenzahl $J = -45$ und den molaren dekadischen Extinktionskoeffizient $\varepsilon = 0,049 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$. Bildet man das Verhältnis

$$\frac{N_{j=45}}{N_{j=0}} = \frac{0,049 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}}{4767 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}} = 0,00001$$

So folgt, dass auf 1000 CO₂-Moleküle der Q-Bande 0,1 Moleküle kommen, die bei 16,74 µm emittieren. Das ist eine Petitesse! Wird der CO₂-Gehalt verdoppelt, beträgt das Verhältnis 0,2/2000.

8. Klimamodellierer auf dem Holzweg

Wer auf Sand baut, kann auch nur ein einsturzgefährdetes Gebäude erstellen. Zweifellos emittieren zu „Treibhausgasen“ erklärte atmosphärische Spurengase Wärmestrahlung. Wer aber meint, dass Wärme von kalt nach warm fließt, weil der Entropiebegriff für Strahlung nicht zutrifft, nimmt eine viel zu hohe „Klimasensitivität“ an und erhält das Bild 14 dargestellte Ergebnis.



Die grüne Linie ist die gemessene Realität und die rote die gemittelten Ergebnisse der Klimamodellierung, auf die die Politik so sehr baut. Wenn das keine Wissenschaft ist!

Zusammenfassung:

1. Es gibt keinen Treibhauseffekt, der aus größerer Höhe wirkend den Erdboden zusätzlich zur Solareinstrahlung erwärmt. Das, was als Treibhauseffekt bezeichnet wird, ist eine **bodennahe** Wärmestrahlung bzw. IR-Strahlung infrarotaktiver Spurengase wie CO₂, N₂O, CH₄, Wasserdampf und andere.
2. Die von Nimbus 4 aufgenommenen Satellitenspektren (Hanel et al.) repräsentieren nicht den aus großer Höhe auf den Erdkörper treffenden Treibhauseffekt. Dies gilt auch für Messungen mit einem zenital ausgerichteten Pyrgeometer.
3. Anders als angeregte Atome strahlen „Treibhausgase“ nicht bei einer bestimmten Wellenlänge (z. B. Linienspektrum des Natriums bei 369 nm = Nanometer), vielmehr emittieren sie in breiten Bandenspektren. Die Breite der Bandenspektren hängt von der sogenannten Rotationsquantenzahl J ab. Bsp.: CO₂-Bande bei 15 μm (Mikrometer) hat breite „Seitenbanden“ (IR-Banden), die theoretisch bis unendlich gehen. In der Praxis begnügt man sich mit dem Bereich 15 μm ± 3,5 μm. Die zentrale Bande bei 15 μm ist sehr stark. Sie wird zum gleichen Zeitraum von der überwiegenden Zahl der Moleküle emittiert. Je schwächer die Seitenbande, desto weniger Moleküle emittieren diese. Beispielsweise kommen auf 1000 bei 15,00 μm strahlende CO-Moleküle ganze 0,6 Moleküle, die bei 16,74 μm emittieren.
4. Genau so wenig wie die Schildbürger Licht (elektromagnetische Strahlung) in Säcken in ihr fensterloses Rathaus tragen konnten, kann Wärmestrahlung nicht einfach als solche in der Atmosphäre vorkommen. Sie ist immer an Materie gebunden, die eine bestimmte Temperatur hat. Deshalb stammen schwache „Wärmestrahlungsbereiche“ (schwache IR-Banden) zur gleichen Zeit immer nur von wenigen Molekülen.
5. Für die bei einer bestimmten Wellenlänge emittierte Strahlung gilt das *Planck'sche* Strahlungsgesetz. Die sogenannte *Stefan-Boltzmann-Gleichung* erfasst das **gesamte** Spektrum eines **homogenen** Körpers und nicht einen bestimmten Spektralbereich. Wasser, Wald, Wiese, Savanne und Wüstensand emittieren Wärmestrahlung in verschiedenen Spektralbereichen. Deshalb ist es eine unzulässige Vereinfachung, die Stefan-Boltzmann-Gleichung mit einer variabel angepassten Albedo auf den gesamten Erdkörper anzuwenden und zu behaupten, ohne „Treibhausgase“ hätte dieser eine Mitteltemperatur von minus 18 °C. Dies ist eine reine Phantasiezahl, die auf unzulässigen Vereinfachungen beruht.
6. Sogenannte „Treibhausgase“ absorbieren und emittieren IR-Strahlung. Die Emission erfolgt entweder spontan oder wird vom Strahlungsfeld induziert. Sie ist abhängig von der Temperatur und nicht von Reflektionen („Treibhausgase“ sind kein Spiegel!). Was von den Radiometern der Satelliten registriert wird, sind die von den optisch aktiven Gasen auf Grund der herrschenden **Temperaturverteilung** in der Atmosphäre emittierten Strahldichten.
7. Energie (genauer: *Gibbs-Energie* bzw. freie Energie) fließt immer von einem höheren Niveau zu einem niedrigeren. Deshalb kann kälteres CO₂ in bei-

spielsweise 1000 m Höhe nicht durch Strahlung den wärmeren Erdboden erwärmen. Das wäre ein Perpetuum mobile 2. Art. Dies ist genauso unmöglich, wie ein Ozeandampfer seine Antriebsenergie unter Abkühlung des Wassers aus dem Meer gewinnen kann.

8. Auch die sogenannte Strahlungstransportgleichung kehrt den Energiefluss nicht um. Vielmehr gilt auch hier, dass die Strahlung netto immer von einem wärmeren Körper zu einem kälteren fließt.