

Atmosphärenereffekt des Kohlendioxids

FI-Dokumentationen - www.fachinfo.eu/fi035.pdf - Stand: 24.01.2013

Die Bundesregierung Deutschland vertritt die Hypothese der "Anthropogenen Globalen Erwärmung". Nach dieser Auffassung verursachen Kohlendioxid-Emissionen Klimaveränderungen mit katastrophalen Folgen für die Menschheit. Mit extrem hohem Kostenaufwand soll durch Emissionsvermindierungen ein Anstieg der Globaltemperatur auf 2°C begrenzt werden, obwohl Kohlendioxid eine solche Temperaturerhöhung niemals bewirken kann.

Aus atmosphärenphysikalischen Gründen ist der Einfluß des Kohlendioxids auf die Globaltemperatur unbedeutend und wird durch andere Einflüsse wie Sonnenaktivität oder Wolkenbedeckung bei weitem überlagert.

Inhaltsverzeichnis

1.	Entstehung der Treibhaus-Hypothese.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.	Ablehnung der Treibhaus-Hypothese.....	1
3.	Infrarotabstrahlung der Erdoberfläche.....	1
4.	Infrarot-Absorption durch Kohlendioxid in der unteren Troposphäre	2
5.	Infrarot-Absorption durch Kohlendioxid in der oberen Troposphäre	2
6.	Energieübergänge in der Atmosphäre.....	3
7.	Sättigung der IR-Absorption durch Kohlendioxid	3
8.	Thermalisierung der absorbierten Energie	5
9.	Wärmetransport	6
10.	Zusammenfassung	6
11.	Quellen	6
12.	Abbildungen.....	7

1. Ablehnung der Treibhaus-Hypothese

"Angesichts des komplexen, rückgekoppelten Klimasystems ist der Schluß voreilig, das der Anstieg des Kohlendioxids in der Atmosphäre den „Treibhauseffekt“ auslöst, den es eigentlich physikalisch gesehen, nicht gibt. Dies ist eine unzulässige lineare Extrapolation der Wirkungsketten! Dieser Schluß behauptet nämlich, daß die unmittelbare Auswirkung des CO₂, d. h. die durch verstärkte Infrarotabsorption verminderte Wärmeabfuhr, auch die unmittelbare Konsequenz ist, daß nämlich alle regelnden Faktoren wie Meeresströme, Wind, Wolken usw. diese Erwärmung nicht zur Kenntnis nehmen und ihre Teilnahme am Geschehen unverändert bleibt. Das ist aber nicht so, sondern diese empfindlichen Größen werden deutliche Reaktionen zeigen, die wahrscheinlich die Störung verstärken oder abmildern. Die Bilanzen der CO₂-Zirkulation in der Atmosphäre der Erde sind gigantisch gegenüber der Nebenrolle, die der Mensch in diesem Szenarium spielt.“ (NEGENDANK 1995)

"Bei den hier vorhandenen Strahlungen und Turbulenzen kann sich aber eine stabile CO₂-Schichtung nicht ausbilden und wie eine Glasscheibe einen Treibhauseffekt verursachen, also den Stofftransport in eine Schicht hinein und aus einer solchen heraus und damit zugleich die an Teilchenbewegung gebundene mechanische Energie unterbinden." (SCHMIDT 2007)

"Der wesentliche Wärme-Effekt eines wirklichen Treibhauses/Glashauses ist nicht die "Strahlenfalle", sondern die "Luftfalle", d.h. die im Glashaus durch die Sonne oder durch Heizungen erwärmte Luft kann nicht entweichen. Dieses Glasdach gibt es aber in der Atmosphäre nicht; schon gar nicht durch irgendwelche Gase, die selbst Bestandteile eines nach oben hin völlig offenen Systems sind." (PULS 2007) ▲

2. Infrarotabstrahlung der Erdoberfläche

Die durch Sonneneinstrahlung von der Erdoberfläche aufgenommene Energie wird zu 48% durch Verdampfungswärme, zu 40% durch IR-Abstrahlung und zu 12% durch Konvektion abgegeben. 12% der thermischen Abstrahlung werden direkt in den Weltraum emittiert (Thieme 2011). „Von CO₂ werden 14% der Bodenstrahlung absorbiert“ (SCHACK 1972, zit. GERLICH 2005).

Enthielte die Atmosphäre kein Kohlendioxid, würden demnach nicht 12%, sondern 18% direkt in den Welt-

raum emittiert.

Die Erde emittiert ein Strahlungs-Kontinuum, von dem Gase nur einzelne Linien absorbieren. Unter $7\ \mu\text{m}$ und über $20\ \mu\text{m}$ absorbiert Wasserdampf an die 100 % der IR-Strahlung, so daß in diesem Bereich nur unbedeutende Anteile der IR-Strahlung durch Kohlendioxid absorbiert werden. Kohlendioxid ist ein IR-aktives Gas. Ein Teil dieser Wärmeabstrahlung, im wesentlichen die $15\ \mu\text{m}$ -Bande, wird durch das Kohlendioxid der Luft absorbiert. Durch Wasserdampf werden 60% der Bodenabstrahlung absorbiert (GERLICH 2005).

Die Erdoberfläche emittiert Infrarot(IR)-Strahlung. „Die Erdoberfläche und die Atmosphäre werden durch die elektromagnetische Strahlung der Sonne erwärmt. Gleichzeitig senden sie langwellige Wärmestrahlung in den Weltraum aus“ (SCHMIDBAUER 1988:186). „Die Strahlungsbilanz zwischen Erdoberfläche und der freien Atmosphäre ist äußerst kompliziert“ (SCHMIDBAUER 1988:187).

Setzt man die $15\ \mu\text{m}$ -Bande ins Verhältnis zum gesamten IR-Spektrum der Erdoberflächenabstrahlung, dann beträgt der Anteil der durch Kohlendioxid absorbierten IR-Strahlung nach Auffassung einiger Autoren etwa 14 %:

„Der gegenwärtige CO_2 -Gehalt der Atmosphäre ist rund 0,03 %. Er nimmt also jährlich um den Faktor $0,32 \cdot 10^{-2}$ zu. Das heißt nach hundert Jahren würde der CO_2 -Gehalt der Luft um 32% also auf 0,04 % steigen, wenn der Verbrauch an fossilen Brennstoffen gleich bliebe. Wenn man sich auf die Bereiche beschränkt, in denen CO_2 absorbiert, wird dort 98,5% absorbiert (also nur 1,5 % durchgelassen). Bei doppelten CO_2 -Gehalt (also etwa 300 Jahren) wären es 99,3%. Von CO_2 werden 14% der Bodenabstrahlung absorbiert. (SCHACK, cit. GERLICH 2005b)

DIETZE (2007) berechnete aus dem durch Satelliten gemessenen Spektrum der Atmosphärenoberfläche und durch Integration der HITRAN-Daten einen Anteil der $15\ \mu\text{m}$ -Abstrahlung an der Gesamt-Abstrahlung der Erdoberfläche von 18,9 %. Von $392\ \text{W/m}^2$ Bodenemission bei $+15$ Grad werden bei $360\ \text{ppm}\ \text{CO}_2$ $74\ \text{W/m}^2$ absorbiert.

Satelliten messen nicht die die Erdoberflächenabstrahlung, sondern die Abstrahlung der Atmosphärengrenze. Satelliten messen die $15\ \mu\text{m}$ -Abstrahlung des Kohlendioxids in etwa 10 km Höhe. ▲

3. Infrarot-Absorption durch Kohlendioxid in der unteren Troposphäre

Die Atmosphäre enthält etwa 0,038 Volumenprozent Kohlendioxid, das in der Lage ist, IR-Strahlung bestimmter Wellenlänge zu absorbieren. Im Kernbereich der Erdausstrahlung ($7\text{-}14\ \mu\text{m}$) ist die IR-Absorption durch Kohlendioxid nur sehr gering. Das Kohlendioxid der Luft bewirkt, daß die $15\ \mu\text{m}$ -Energie der Erdoberflächenabstrahlung nicht direkt in den Weltraum abgestrahlt wird, sondern in der Atmosphäre vorübergehend gespeichert wird.

Jedes Molekül, auch das Kohlenstoffdioxid, unterliegt einer Eigenschwingung aufgrund innermolekularer Anziehungs- und Abstoßungskräfte. Trifft ein Lichtquant auf das Molekül, so werden seine Eigenschwingungen verstärkt. Das bedeutet, es geht in einen energetisch höheren Zustand über. Es schwingt mit einer höheren Frequenz. Dieser Vorgang findet jedoch nur dann statt, wenn die Strahlungsfrequenz der Frequenz der natürlichen Eigenschwingung entspricht.

Von den Kohlendioxid-Molekülen der Atmosphäre wird die emittierte $15\ \mu\text{m}$ -Bande der Erdoberflächen-Abstrahlung absorbiert. Im Sinne der Quantenmechanik fangen die Kohlendioxid-Moleküle der Luft bei der Absorption von IR-Strahlung der Erdoberfläche Photonen einer bestimmten Energie ein. Dabei wird auf das Molekül die Energie des Photons als Rotationsschwingungsenergie übertragen. Das Molekül wird angeregt, die Amplituden der Bindungs- und der Biegeschwingung vergrößern sich.

Genau im Moment des Übergangs in ein höheres Schwingungsniveau wird also IR-Strahlung absorbiert. Die Absorption stellt das IR-Spektrum als negativen Peak bzw. als sog. Absorptionsbande graphisch dar. Denn ein IR-Spektrum mißt nichts anderes, als die Durchlässigkeit einer Probe für IR-Strahlung in bestimmten Frequenzbereichen.

„Trifft ein IR-Quant auf ein CO_2 -Molekül, so hat dieses die Freiheit, die translatorische Bewegungs- und die Rotationsenergie des Gesamtmoleküls zu vergrößern und/oder die Schwingungen zwischen den Sauerstoffatomen einerseits und dem C-Atom andererseits sowie der O-Atome gegeneinander zu intensivieren. Außerdem kann die Rotationsenergie der einzelnen Atome für sich allein geändert werden. Selbstverständlich bleiben auch die Möglichkeiten, den elektrischen Anregungszustand bzw. die „Bahnentfernungen“ der Elektronen von den Atomkernen und dem Molekül zu ändern. Man spricht hier - alles in allem - von Freiheitsgraden, welche das das IR-Quant einfangende Molekül hat. Anders ausgedrückt: Ein Photon, ein Lichtquant, kann die Wirkung eines festen Teilchens ausüben und ein festes Teilchen kann sich als Lichtquant manifestieren. Hier liegt also ein dualer Charakter - Körperteilchen oder Quant vor.“ (SCHMIDT 2007) ▲

4. Infrarot-Absorption durch Kohlendioxid in der oberen Troposphäre

„Nun betrachten wir das Geschehen am Oberrand der Troposphäre. Dort ist die Gasdichte-Verteilung immer direkt durch das Druckprofil gegeben. Bei den CO_2 -Molekülen kommt noch als Faktor das Par-

tialdruckverhältnis (die Konzentration) in's Spiel. Die "Sichtweite" im Infrarot-Licht wird daher, bei konstant gehaltenem CO_2 -Partialdruckverhältnis, mit dem nach oben abnehmenden Druck immer mehr zunehmen. Oder anders ausgedrückt: Wenn man im Infrarotlicht vom Weltall her herunterschaut, dann kann man die CO_2 -Moleküle bis zu einer gewisse "mittlere Tiefe" der oberen Troposphäre sehen. Also kann auch umgekehrt nur die Strahlung der so sichtbaren CO_2 -Moleküle in den Weltraum entweichen.

Wenn jetzt gegenüber einem Vergleichszustand die CO_2 -Konzentration erhöht wird, dann verringert sich an jedem Ort die Sichtweite. Schaut man wieder im Infrarotlicht vom Weltraum aus nach unten, dann kann man jetzt weniger tief in die Troposphäre hineinblicken. Entsprechend rückt die "mittlere Tiefe" der noch sichtbaren CO_2 -Moleküle eine Strecke nach oben, wo es entsprechend dem geringeren Druck und wegen der herrschenden vertikalen Konvektionsprozesse (Adiabate) kälter ist. Dementsprechend wird die von den CO_2 -Molekülen aus direkt in den Weltraum entweichende Wärmestrahlung nunmehr bei niedrigerer Temperatur erzeugt, weshalb die Strahlungsleistung verringert ist.“ (Class 2011)

Eine Erhöhung der Kohlendioxid-Konzentration der Atmosphäre würde demnach in der oberen Troposphäre eine Verringerung der Abstrahlung in den Weltraum und damit eine Erhöhung der Globaltemperatur bewirken.

5. Energieübergänge in der Atmosphäre

Die Luft-Moleküle können durch Konvektion, durch Wind, durch Bodenberührung und durch Stöße untereinander die Energie neu verteilen. Hierdurch bleibt die Wärmeenergie im Mittel tagelang in der Atmosphäre gespeichert, bevor sie in der oberen Atmosphäre in den Weltraum abgestrahlt wird. Nach Berechnungen ist der gesamte Wärmegehalt der Erdatmosphäre rund 120 mal so groß wie die Wärmemenge, die täglich umgesetzt, also von der Sonne empfangen und wieder emittiert wird.

Eine geschlossene Wolkendecke mindert die thermische Abstrahlungsleistung um etwa 120 W/m^2 . Diese Wirkung beruht sowohl auf der Unterbindung der direkten thermischen Strahlung der Erdoberfläche in Richtung All als auch in der Schaffung eines anderen, jetzt in der Höhe und bei den dort geringeren Temperaturen liegenden Emissionsniveaus der thermischen Strahlung. Dieses Ausmaß an Beeinflussung der thermischen Abstrahlung ist so gewichtig, daß damit der Effekt einer erhöhten Kohlendioxid-Konzentration marginalisiert wird. ▲

6. Sättigung der IR-Absorption durch Kohlendioxid

Unter Absorptionslänge versteht man diejenige Weglänge in einem Medium, auf der die Intensität einer Strahlung nach dem Lambert-Beerschen Gesetz auf den Bruchteil $1/e = 0,37$ der ursprünglichen Intensität abgefallen ist. Nach SCHUSTER (2004) beträgt die Absorptionslänge für die $15,3 \mu\text{m}$ -Bande bei einer Kohlendioxid-Konzentration von 200ppmv 1,5km, bei 250ppmv 1,2km, bei 300ppmv 1,0km, bei 350ppmv 0,9km und bei 400ppmv 0,8 km.

Berechnungen zeigen, daß eine typische Atmosphäre mit dem normalen Partialdruck von Kohlendioxid bis und mit einer 50-prozentigen Wasserdampfsättigung schon nach 100 m Weglänge 72,8% der Strahlung von der Erdoberfläche absorbiert hat. Verdoppelt man in dieser Atmosphäre den CO_2 -Gehalt, so erhöht sich die Absorption von 72,8 auf 73,5%. Die winzige Erhöhung um 0,7 Prozent bei CO_2 -Verdoppelung zeigt an, wie nahe an einer Sättigung die Atmosphärenwirkung durch Kohlendioxid - im Zusammenwirken mit dem stets vorhandenen Wasserdampf - bereits ist.

"...da bekanntlich bereits nach 10 m Durchlaufstrecke das Transmissionsvermögen, welches CO_2 zugeschrieben wird, zu 99% erreicht ist und sich bei 1.000 m folglich nicht mehr nennenswert erhöht ... Also bei 1.000 m Luftdicke nicht mehr Strahlungsleistung des Erdbodens durch CO_2 zurückgehalten werden kann, als bei 10 m." (LEISTENSCHNEIDER 2009)

Aufgrund des Lambert-Beerschen Gesetzes ist die Absorption der durch Kohlendioxid absorbierbaren $4,3 \mu\text{m}$ - und der $15,3 \mu\text{m}$ -Bande der IR-Emission der Erdoberfläche bei der heutigen Kohlendioxid-Konzentration der Luft bereits in 100m Höhe praktisch vollständig. Eine Erhöhung der Kohlendioxid-Konzentration der Luft würde deshalb keine Erhöhung der IR-Absorption und somit auch keine Erhöhung der Lufttemperatur bewirken (DOLEYS 2007 sich).

„Da die CO_2 -Absorptionsbanden weitgehend gesättigt sind, nimmt der Treibhauseffekt durch zusätzliches CO_2 nur noch mit dem Logarithmus der CO_2 -Konzentration zu, so daß sich die Temperatur der Erde bei jeder Verdoppelung des CO_2 -Gehaltes der Atmosphäre jeweils nur um den gleichen Betrag erhöht“ (SCHMIDBAUER 1988:191).

In sehr geringem Maße sind die Flanken der $15\mu\text{m}$ -Bande der Infrarot-Abstrahlung ungesättigt. Das gelbe Spektrum in Bild 2 ist die Kohlendioxid-Absorption in der Atmosphäre bei 360ppm. Die $15\mu\text{m}$ -Bande hat die Transmission Null, ist also gesättigt. Dasselbe gilt für eine große Zahl von Banden in der Umgebung. Erst weit außerhalb in den Flanken (jenseits von $14\text{-}16 \mu\text{m}$) steigt die Transmission über 0,2 an. Dort erst beginnt

bei Kohlendioxid-Erhöhung eine zusätzliche Absorption.

Der Bereich der Flügelbanden der 15 μ m-Bande reicht etwa von 13 μ m - 17 μ m. Die Nebenbanden (R- und P-Branch) sind nicht gesättigt. Sie sind jedoch zu 75 bis 100% von Wasserdampf überlagert (LEISTENSCHNEIDER 2009). Durch zusätzliches Kohlendioxid wird die Transmission von IR-Strahlung nicht nennenswert erhöht. Der gesamte Wellenbereich (Haupt- und Nebenbanden) ist weitgehend von Wasserdampf überlagert ist (Abb.1).

Die Atmosphäre enthält etwa 0,038 Volumenprozent Kohlendioxid. Die von der Erdoberfläche abgestrahlte IR-Strahlung wird teilweise von den Kohlendioxid-Molekülen der Erdatmosphäre absorbiert. Hierbei handelt es sich um die n_2 -Bande von 15 μ m (667/cm). Die n_3 -Bande von 4,2 μ m wird von der Erdoberfläche praktisch nicht emittiert. Die n_2 -Bande entspricht der Biegeschwingung des Kohlendioxid-Moleküls.

Die Atmosphäre enthält etwa 0,038 Volumenprozent Kohlendioxid. Die von der Erdoberfläche abgestrahlte IR-Strahlung wird teilweise von den Kohlendioxid-Molekülen der Erdatmosphäre absorbiert. Hierbei handelt es sich um die n_2 -Bande von 15 μ m (667/cm). Die n_3 -Bande von 4,2 μ m wird von der Erdoberfläche praktisch nicht emittiert. Die n_2 -Bande entspricht der Biegeschwingung des Kohlendioxid-Moleküls.

„Da die CO₂-Absorptionsbanden weitgehend gesättigt sind, nimmt der Treibhauseffekt durch zusätzliches CO₂ nur noch mit dem Logarithmus der CO₂-Konzentration zu, so daß sich die Temperatur der Erde bei jeder Verdoppelung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre jeweils nur um den gleichen Betrag erhöht.“ (SCHMIDBAUER 1988:191)

„Welche geringen Einfluß der CO₂-Gehalt der Atmosphäre auf die IR-Absorption hat kann man anhand von Messungen zeigen: Selbst bei einer Verdopplung des jetzigen CO₂-Gehalts in der Atmosphäre kann die IR-Absorption von CO₂ (vor allem in entscheidenden 15-Mikrometer-Bereich) allenfalls um 10% gesteigert werden.“

"Soweit die Flanken dieser Absorptionsbereiche in die Erdausstrahlung hinein reichen, so geht selbst hier die meiste Erdabstrahlung durch die Gase hindurch: Gase absorbieren nur einzelne Linien (Fraunhofersche Linien), die Erde dagegen strahlt in diesem Infrarotbereich in allen Wellenlängen (physikalisch: Strahlungs-Kontinuum) weitgehend ungehindert in den Weltraum." (Puls 2007)

"Die Absorptionsbanden der klimarelevanten Spurengase weisen - mit Ausnahme des FCKW - unter troposphärischen Bedingungen ein Linienspektrum auf, d.h. es gibt viele Mikrofenster zwischen den Linien..." (DMG 1999).

"Es gibt bereits so viel CO₂ in der Atmosphäre, daß in vielen Spektralbereichen die Aufnahme durch CO₂ fast vollständig ist, und zusätzliches CO₂ spielt keine große Rolle mehr", (CRUTZEN et al. 1993)

„In der Mitte des 15- μ m-Absorptions-Bereiches hat zusätzliches CO₂ nahezu keinen Effekt..." (IPCC 1994).

"Die Strahlungsflüsse im Zentrum der CO₂-Bande haben ... keinen Einfluß auf die troposphärische Erwärmung..." (DMG 1999).

H. Hug kommt nach eigenen spektroskopischen Messungen zu folgendem Ergebnis:

"Nur die winzigen Eckchen an den Rändern des Transmissionsspektrums (unterhalb von 14 μ m und oberhalb von 16 μ m) können noch einen merklichen anthropogenen Treibhauseffekt bringen... Eine Steigerung des Kohlendioxidgehaltes um 100% bringt... einen zusätzlichen Treibhauseffekt von schwachbrüstigen 1,2%" (HUG 2006).

Die Durchlässigkeit der Luft (Transmissionswert) für die 15 μ m-Bande ist sehr gering. Bereits in 10m Höhe sind 99,94% der IR-Emission der Erdoberfläche absorbiert. (Hug 2007)

Infolge der Rotationsquantenzahl besitzt die 15 μ m-Bande Flanken von 11,8 μ m bis 14,9 μ m und 16,0 μ m bis 18,2 μ m, die einen wesentlich höheren Transmissionswert haben. Allerdings werden diese Flanken im zeitlichen Mittel nur von einer sehr geringen Anzahl von Kohlendioxid-Molekülen absorbiert, so daß sie für die IR-Absorption durch Kohlendioxid eine untergeordnete Rolle spielen.

Da die Absorption der 15 μ m-Linie bereits bei der vorindustriellen Kohlendioxid-Konzentration der Luft gesättigt war, würde eine Verdoppelung der Kohlendioxid-Konzentration keine zusätzliche Energieaufnahme durch IR-Absorption bei dieser Wellenlänge bewirken.

Die Flanken der 15 μ m-Bande sind jedoch nicht gesättigt. In den Bereichen 13-14 μ m und 16-17 μ m nimmt bei einer Verdoppelung der Kohlendioxid-Konzentration die IR-Absorption um 10% zu (MÜLLER 2007). Seit 1750 ist der Kohlendioxid-Gehalt um max. 30% gestiegen. Wegen der Erschöpfung der fossilen Brennstoffvorräte wird ein durch diese verursachter Anstieg der Kohlendioxid-Konzentration nur bis Mitte des Jahrhunderts anhalten.

"Da nun die stratosphärischen Temperatur mit der Höhe steigt, emittiert das CO₂ mit der Höhe zunehmend effizient IR-Strahlung in den Weltraum. Sie kühlt somit die Stratosphäre und kompensiert die Erwärmung durch Ozon. Nimmt die CO₂-Konzentration zu, so wird die Abstrahlung von immer wärmeren Schichten der Stratosphäre aus erfolgen, so daß die obere Stratosphäre sich besonders stark ab-

kühlt.“ (Schmidbauer 1988)



7. Thermalisierung der absorbierten Energie

Bei wolkenlosem Himmel geht die Wärmeabstrahlung der Erdoberfläche innerhalb der atmosphärischen Spektral-Fenster ungehindert in den Weltraum. Wie Satelliten-Spektren zeigen, wird von der 15µm-Strahlung weniger in den Weltraum abgestrahlt, als von der Erdoberfläche in die Atmosphäre eingestrahlt wird. Ein Teil der Bodenabstrahlung wird durch Kohlendioxid in Wärme umgewandelt. Weil die unteren Luftschichten dadurch auch nach unten etwas mehr Wärmestrahlung (Gegenstrahlung genannt) abgeben, wird durch diese Gegenstrahlungserhöhung der Erdboden solange wärmer, bis die gesamte Strahlungsbilanz wieder ausgeglichen ist.

"Durch Aufnahme von Licht können innerhalb eines Moleküls Übergänge von diskreten Energiezuständen angeregt werden... Der Absorptionskoeffizienten des Übergangs von E1 eins nach E2 ist durch den Absorptionsquerschnitt sigma des Übergangs und der Besetzungsdichte der Zustände E1 und E2 (N1 - N2) gegeben... Die aufgenommene Energie können die angeregten Moleküle durch sog. Relaxationsprozesse abgeben und dadurch wieder in den energetisch niedrigeren Zustand zurückkehren. Bei einem strahlenden Relaxationsprozeß wird die Energie durch Aussenden eines Photons abgegeben. Durch einen nicht strahlenden Prozeß findet eine Umwandlung der Lichtenergie in Wärme statt... In einem Gas kommt es aufgrund der Brownschen Molekularbewegung zu Stößen zwischen einzelnen Molekülen... Dadurch kann die innere Energie des angeregten Moleküls in kinetische Energie und somit in Wärme umgewandelt werden... Eine derartige Energieübertragung erfolgt in der Regel völlig strahlungsfrei, d. h. eine Lichtemission findet nicht statt, weswegen dieser Vorgang als löschender Stoß (engl. Quenching collision) bezeichnet wird." (Beck 2003)

Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die von den Kohlendioxid-Molekülen absorbierte Strahlung reemittiert werden kann, bevor sie durch Zusammenstöße mit Stickstoff- oder Sauerstoffmolekülen in Bewegungsenergie dieser Moleküle, also in Wärme umgewandelt wird. Dieser "Thermalisierung" genannte Vorgang wird auch von IPCC-Vertretern nicht bestritten. Die N₂- und O₂-Moleküle können die Wärme nicht abstrahlen.

Jedes angeregte Molekül hat die Tendenz, wieder in den Ausgangszustand überzugehen. Hierbei sendet es entweder ein Photon aus (Strahlungsemission) oder es wandelt bei einem Stoß mit einem anderen Molekül die Anregungsenergie in kinetische Energie der zusammenstoßenden Moleküle um, was als „Thermalisierung“ oder „Quenching“ bezeichnet wird.

Beim Thermalisieren erfolgt ein nichtelastischer Stoß der Kohlendioxid-Moleküle mit den in der Atmosphäre weit überwiegenden Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen im Verhältnis 1:2631. Die Luft-Moleküle können durch Konvektion, durch Wind, durch Bodenberührung und durch Stöße untereinander die Thermalisierungsenergie verteilen.

„... Etwa 5% werden spontan reemittiert und 95% der absorbierten Energie des CO₂ werden nach Dr. Hug durch Thermalisierung (Quenching) abgegeben...“ (DIETZE 2007)

„Unter Bedingungen der unteren Atmosphäre, also im Luftraum bis rd. 25 km Höhe, gibt es weder die eine noch die andere Voraussetzung für das Auftreten quantenphysikalischer Reemission empfangener Wärmestrahlung einzelner Moleküle. In diesem Bereich wird ggf. die durch Absorption von Strahlung aufgenommene Energie unverzüglich in die Form Wärme transformiert und ebenso schnell durch Konvektion und Leitung an die unmittelbare Umgebung abgegeben. Der experimentelle Nachweis von (Re-)Emission auf quantenphysikalischer Grundlage unter den Bedingungen der unteren Atmosphäre ist zudem bisher nicht erbracht worden. Dabei wäre diese Reemission, wenn es sie denn gäbe, recht einfach nachzuweisen.“ (THIEME 2007)

„Dr. Jack Barrett (einer der eingeladenen Vortragenden auf einer Klimatagung in Frankfurt, Oktober 2001) hat nun darauf hingewiesen, daß es sehr unwahrscheinlich ist, daß diese Strahlung von den CO₂-Molekülen reemittiert werden kann, bevor sie durch Zusammenstöße mit Stickstoff- oder Sauerstoffmolekülen in Bewegungsenergie dieser Moleküle, also in Wärme umgewandelt wird. Dieser "Thermalisierung" genannte Vorgang wird auch von IPCC-Vertretern nicht bestritten.“ (ALVENSLEBEN 2002)

„Ist die Verweildauer länger als die Kollisionszeit (Zeit für die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes mit einem anderen Teilchen), wird die absorbierte Energie nicht abgestrahlt sondern durch Kollision an andere Teilchen übertragen. Durch Zusammenstöße erhöht sich dabei die Geschwindigkeit der Moleküle, was gleichbedeutend mit einer Temperaturerhöhung ist. Das ist vor allem in der unteren Atmosphäre der Fall. Hier herrscht eine hohe Teilchendichte und Teilchengeschwindigkeit vor und die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes mit dem umgebenden Luftmolekülen ist hundertfach höher als die einer Strahlungsemission... Eine direkte Wärmerückstrahlung zur Erdoberfläche ist nahezu ausgeschlossen.“ (MÜLLER 2007)

Dieser infolge von IR-Absorption angeregte Zustand der Kohlendioxid-Moleküle hat eine Verweildauer im Milli- bis Mikrosekundenbereich, bis das Molekül durch Strahlungsemission spontan wieder in den Grundzustand zurückkehrt. Diese Zeit reicht aus, um Kollisionen mit Nachbarmolekülen zu ermöglichen. Ist die Verweildauer länger als die Kollisionszeit (Zeit für die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes mit einem anderen Teilchen), wird die absorbierte Energie nicht abgestrahlt sondern durch Kollision an andere Teilchen übertragen (MÜLLER 2007).

Kohlendioxid kann die Anregungsenergie nur in sehr großen Höhen bei entsprechend geringer Dichte der Luft abstrahlen (HEBERT 2005) ▲

8. Wärmetransport

Makroskopisch erwärmen sich die Gasbereiche, die thermalisierte Energie aufgenommen haben, dehnen sich dadurch aus, werden leichter, steigen empor und kühlen sich dabei ab. Die vom Kohlendioxid absorbierte Energie wandert demnach in Richtung Weltraum, nicht in Richtung Erdoberfläche.

„Die erwärmte Luft expandiert und steigt auf. Damit wird die Wärme in die oberen Luftschichten abgeführt, gelangt also nicht zur Erdoberfläche zurück. Ein erwärmter Luftkörper emittiert zwar mehr Temperaturstrahlung, aber dieser Effekt ist bei einer geringen Temperaturerhöhung nur gering. Zudem läuft eine Rückstrahlung auch hier nicht gerichtet und ungefiltert ab. Die erwärmten Atmosphärgase emittieren nicht nur mehr Strahlung, sie absorbieren sie auch wieder, in den für sie typischen Spektralbereich (Emissions-, Absorptionslinien bzw. Banden). Das tun sie, bis sich ein thermischer Gleichgewichtszustand zwischen Emission und Absorption eingestellt hat. Die IR-Rückstrahlung einer erwärmten Atmosphäre kann die Erdoberfläche allenfalls über die bodennahe Luft, oder über das Strahlungsfenster erreichen und wird ansonsten durch die „Treibhausgase“ abgefangen, wie die Temperaturstrahlung der Erde zeigt. Zudem ist die Erdoberfläche i. d. R. weitaus wärmer, als die darüber befindliche Luft und gibt somit ihre Strahlungsenergie weiter an die Luft ab und nicht umgekehrt. Das merkt man vor allem nachts im Winter, bei klarem Himmel. (MÜLLER 2007) ▲

9. Zusammenfassung

Das Kohlendioxid der Atmosphäre absorbiert einen Teil der Infrarotabstrahlung der Erdoberfläche. Die absorbierte Infrarotenergie wird nahezu vollständig in Form von kinetischer Energie an Luftmoleküle abgegeben. Nur ein sehr geringer Energiebetrag wird von den Kohlendioxidmolekülen in Richtung Erdoberfläche abgestrahlt. Aus diesem Grund ist auch eine Erwärmung der Erdatmosphäre durch die Kohlendioxid-Abstrahlung, wie sie alle einschlägigen Klimamodelle rechnerisch fordern, in der Realität nicht vorhanden. Da diese sogenannte "Gegenstrahlung" wiederum von Kohlendioxid-Molekülen absorbiert wird, erreicht nur ein sehr geringer Energiebetrag die Erdoberfläche. Eine Erwärmung der Erdoberfläche durch Infrarotabstrahlung des Kohlendioxids der Atmosphäre ist vernachlässigbar.

Die Absorption der 15µm-IR-Abstrahlung durch das Kohlendioxid der Atmosphäre ist praktisch gesättigt. Von einer Verdoppelung der Kohlendioxid-Konzentration der Atmosphäre ist deshalb nur eine unwesentliche Erhöhung der Globaltemperatur zu erwarten (Klimasensitivität des Kohlendioxids). Siehe "Klimasensitivität des Kohlendioxids" www.iavg.org/iavg034.pdf. ▲

10. Quellen

Alvensleben, A. von (2002)

Kohlendioxid und Klima; www.schulphysik.de/klima/alvens/klima.html (2002)

Beck, H.A. (2003)

Anwendung der Photoakustischen Spektroskopie in der Prozeß- und Umweltanalytik; Dissertation München 2003; www.sootgenerator.com/documents/mediaTUM_derivate_000000000000750.pdf

Class, G. (2011)

Persönliche Mitteilung 25.08.2011)

Dietze, P. (2007)

Persönliche Mitteilung (20.11.2007)

Doleys, W. W. ()

Persönliche Mitteilung 2007

Gerlich, G. (2005a)

Klima, Energie und Katastrophen - Die Lüge vom Kohlendioxid-Treibhauseffekt

Was sollte der Mittelstand darüber wissen? MIT Mittelstands- und Wirtschaftsvereinigung der CDU, Stadtverband Erkrath, 19.10.2005

Gerlich, G. (2005b)

Zur Physik und Mathematik globaler Klimamodelle; Folien und ein Anhang; Vortrag am 20. 2. 2005 in Gummersbach, Theodor-Heuss-Akademie)

Hebert,D. (2005)

Der Atmosphären-Effekt; www.schulphysik.de/klima/Atm_Effekt.pdf

Hug,H. (2002)

Der CO₂-Effekt oder die Spur einer Spur, Chemische Rundschau, Nr. 15/2002

Leistenschneider,R. (2009)

Persönliche Mitteilung 2009

Müller,M. (2007)

Tatsachen zum Treibhauseffekt und was in Wirklichkeit geschieht;

<http://home.arcor.de/meino/53531198c90bc2403/index.html> (leg. 2007)

Negendank,J.F.W. (1995)

GeoForschungsZentrum Potsdam; Paläoklima und aktuelles Klima; 1995

Schmidbauer,B. (1988)

Erster Zwischenbericht der Enquête-Kommission Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre; Deutscher Bundestag Drucksache 11/3246(1988)

Schröcke,H. (2009)

Ist CO₂ ein Klimakiller? www.dimagb.de/info/umwelt/treibhauseffekt.html#ubaco2 (leg 2009)

Schuster,N., Kolobrodov,V.G. (2004)

Infrarot-Thermographie; Wiley-VCH, Berlin u.a. (2004)

Thieme,H. (2007)

Treibhaus-Effekt – ein forscher Irrtum; <http://krahmer.freepage.de/klima/thieme/thieme.html> (leg 12/2007)

Wikipedia (2009)

Plancksches Strahlungsgesetz; http://de.wikipedia.org/wiki/plancksches_strahlungsgesetz (leg. 2009) ▲

11. Abbildungen

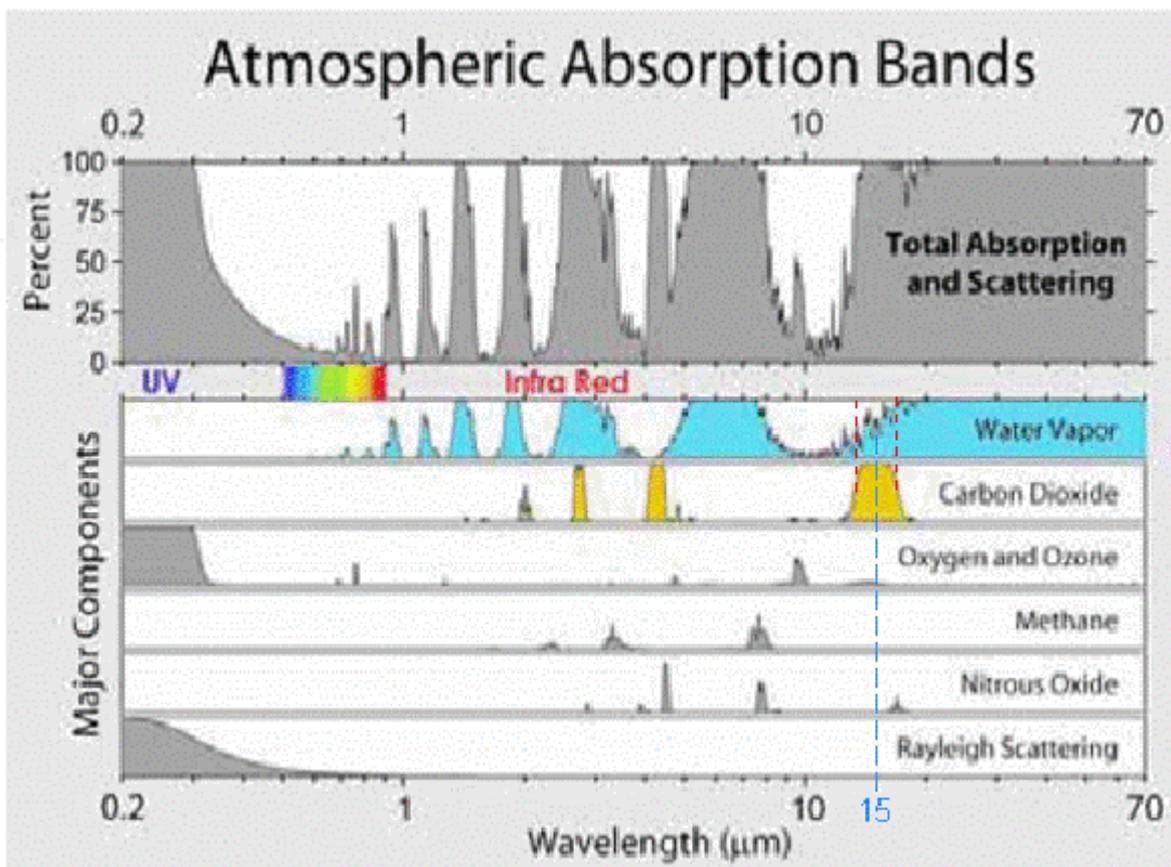


Abb. 1 Atmosphärische Absorptionsbanden (University of Connecticut)

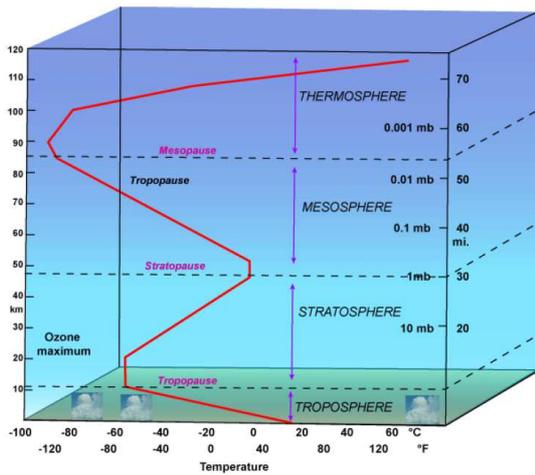


Abb. 2 Temperatur der Atmosphäre

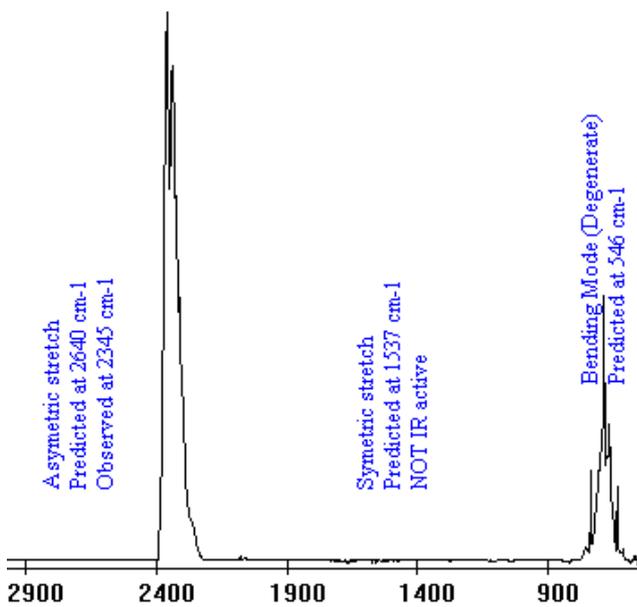


Abb. 3 Absorptionsspektrum von Kohlendioxid. Bei 4,3 μm (2345 cm^{-1}) Schwingungen der CO-Bindungen. Bei 15,3 μm (654 cm^{-1}) Biegeschwingung (W07).

A Asymmetrische Streckschwingung; Beobachtet: 2345/cm; 4,3 μm
 C,D Horizontale Biegeschwingung; Berechnet: 546/cm; 18,3 μm
 (Uherek 2008)

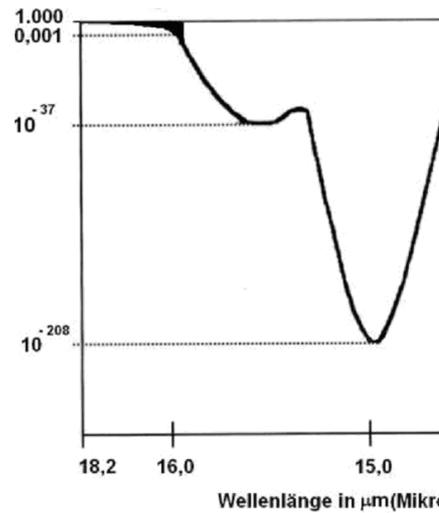
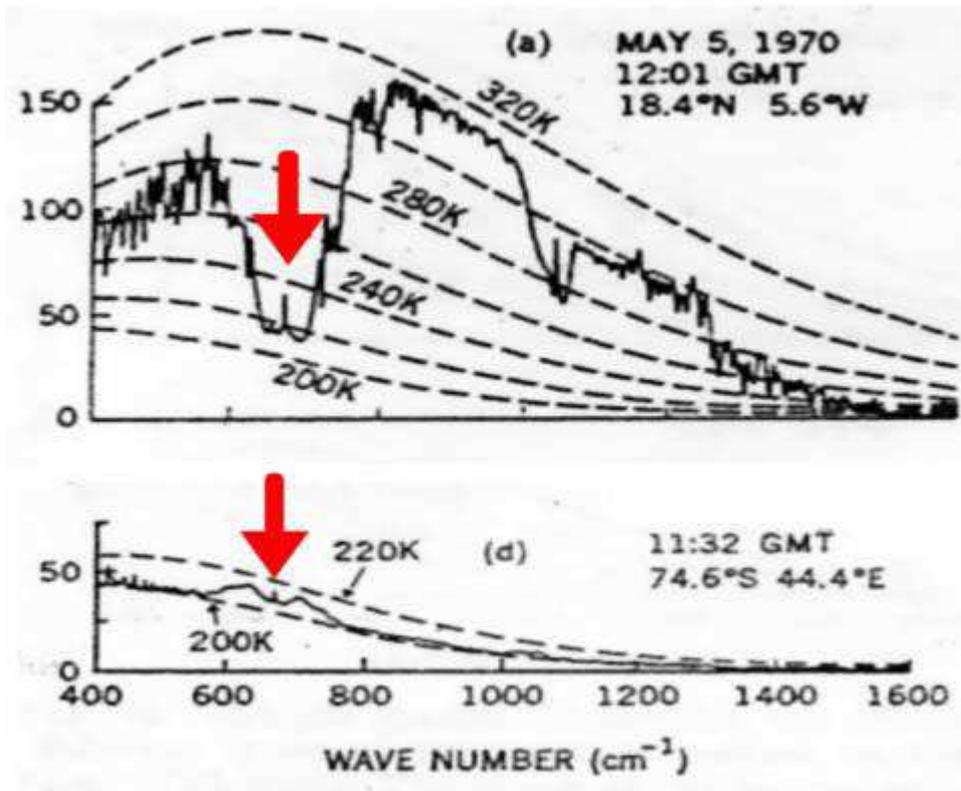
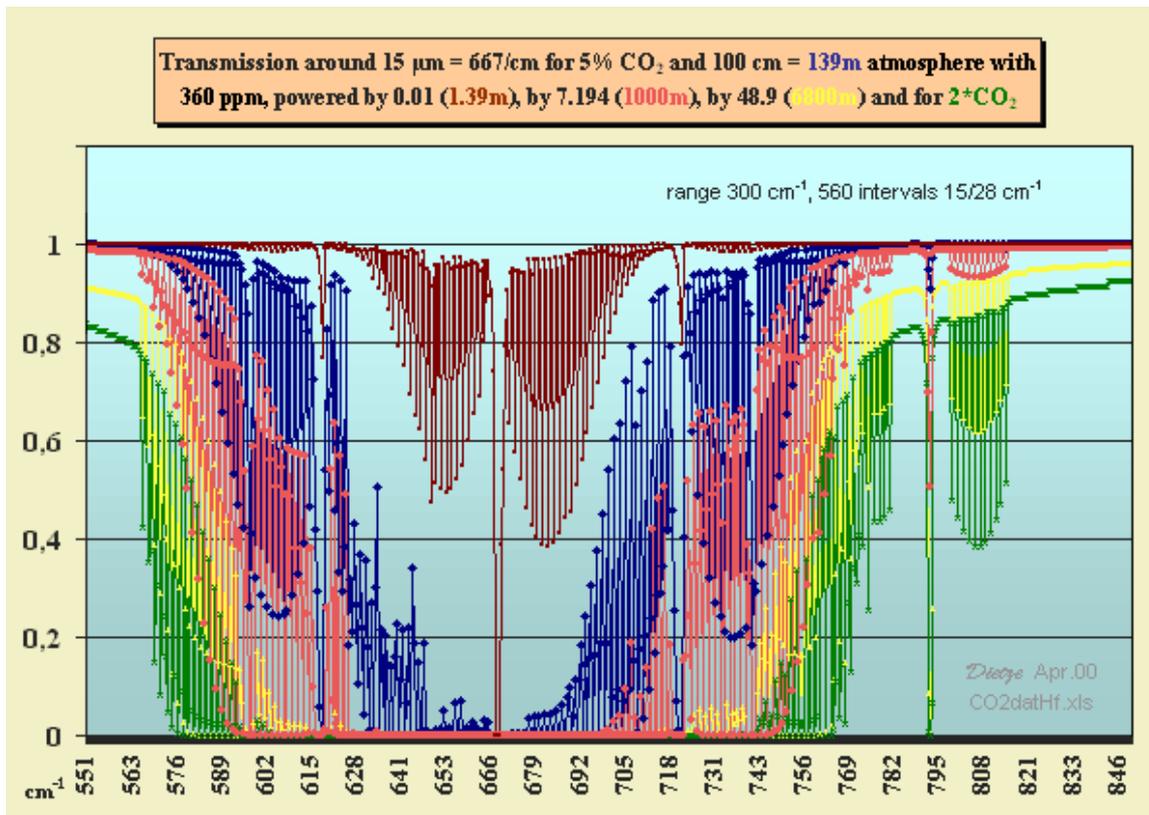


Abb.4: Kohlendioxid-Absorptionsspektrum bei $15\mu\text{m}$ (nach Hug 2007)

Die Flankenbereiche von $16,0\mu\text{m}$ bis $18,2\mu\text{m}$ und von $11,8\mu\text{m}$ bis $14,0\mu\text{m}$ sind ungesättigt. ▲

Abb.4: Hitran-Spektren



HITRAN-Spektrum

Das GELBE Spektrum ist die CO_2 -Absorption in der Atmosphäre bei 360 ppm. Die $15\ \mu\text{m}$ -Bande hat Transmission Null, ist also gesättigt. Dasselbe gilt für eine große Zahl von Banden in der Umgebung. Erst weit außerhalb in den Flanken (jenseits von $14\text{--}16\ \mu\text{m}$) steigt die Transmission über 0,2 an. Dort erst beginnt bei CO_2 -Erhöhung ein zusätzlicher Treibhauseffekt. Der breite CO_2 -Trichter bedeutet eine Absorption von $74\ \text{W}/\text{m}^2$, d.h. etwa 25% der gesamten Abstrahlung die durch die untere Troposphäre nach oben geht. Bei extrem hoher Konzentration könnte das CO_2 das gesamte Spektrum der Boden-Emission absorbieren.

Bei der Thermalisierung gibt das Kohlendioxid die absorbierte Energie u. a. an Stickstoff-Moleküle ab. Die Stickstoff-Moleküle übertragen ihre Energie durch Stöße wieder auf andere IR-aktive Moleküle, die die Energie thermisch wieder abstrahlen und zwar nach oben und unten. (DIETZE 2007)