



Internationaler Arbeitskreis für Verantwortung in der Gesellschaft e.V.

International Working Group for Responsibility toward Society

Международная рабочая группа «Ответственность в обществе»

Geschäftsstelle: Dr.Hans Penner D-76351 Linkenheim-H - E-Mail: vorstand@iavg.org - www.iavg.org

IAVG-Internet-Dokumentationen

Atmosphäreneffekt des Kohlendioxids

www.iavg.org/iavg068.pdf / Stand: 09.06.2010

Von der Bundesregierung Deutschland wird die „Klimakatastrophen-Hypothese“ vertreten, nämlich die Vorstellung, daß sogenannte „Treibhaus-Gase“ eine Erwärmung der Atmosphäre bewirken mit katastrophalen Klimaveränderungen.

Die Bezeichnung „Treibhauseffekt“ ist irreführend und wird deshalb durch „Atmosphäreneffekt“ ersetzt. Treibhäuser erwärmen sich durch Sonneneinstrahlung, weil die Wände die Luftkonvektion verhindern. Auch Treibhäuser aus IR-durchlässigem Polyethylen erwärmen sich.

Inhaltsverzeichnis

1. Entstehung der Treibhaus-Hypothese.....	1
2. Ablehnung der Treibhaus-Hypothese.....	1
3. Infrarotabstrahlung der Erdoberfläche.....	2
4. Infrarot-Absorption durch Kohlendioxid.....	2
5. Sättigung der IR-Absorption durch Kohlendioxid.....	3
6. Thermalisierung der absorbierten Energie.....	5
7. Wärmetransport.....	5
8. Fiktive Gegenstrahlung.....	6
9. Strahlung kälterer Körper.....	6
10. Zusammenfassung.....	7
11. Quellen.....	7
12. Abbildungen.....	8

1. Entstehung der Treibhaus-Hypothese

Svante Arrhenius, der Chemiker und weder Meteorologe noch Klimatologe war, erhielt für seine Forschungen auf dem Gebiet der elektrolytischen Dissoziation 1903 den Nobelpreis für Chemie. Im Jahre 1896 stellte Arrhenius eine weitere Theorie auf: Er behauptete, Kohlendioxid könnte eine Wirkung auf die Erdatmosphäre haben (er bezeichnete diese Wirkung als "Treibhauseffekt"), weil in 6 km Höhe eine Schicht von gefrorenem Kohlenstoffdioxid wie ein Glasdach eines Treibhauses wirken würde. In Wirklichkeit ist das Kohlendioxid der Atmosphäre Bestandteil eines nach oben offenen Systems. Die Hypothese von Arrhenius wurde sehr bald falsifiziert.

Treibhäuser sind im Inneren nicht deshalb warm, weil das Glasdach Wärmeabstrahlungen des Bodens reflektieren würde, sondern weil die Wände die Luftkonvektion behindern. Das Glasdach eines Treibhauses läßt 60-70% der Sonneneinstrahlung durch (GERLICH 1995). Diese Strahlung wird vom Boden des Treibhauses absorbiert. Der Boden strahlt Infrarot(IR)-Strahlung ab, die vom Glasdach wiederum auf den Boden zurückgestrahlt wird. Die IR-Strahlung wird sozusagen „eingesperrt“. Die Erwärmung der Luft des Treibhauses erfolgt jedoch weit überwiegend durch Wärmeleitung: die Wärme des Bodens wird an die Luft im Gewächshaus abgegeben. Die Wände des Treibhauses verhindern ein Entweichen der warmen Luft.

Die IR-Strahlung ist für die Erwärmung des Treibhauses praktisch ohne Bedeutung. Besser als Treibhäuser aus Glas funktionieren Treibhäuser aus gekammerten Polyethylenplatten, welche IR-Strahlung durchlassen, aber besser isolieren. Meint man die Fähigkeit bestimmter Atmosphärenbestandteile, IR-Strahlung zu absorbieren, so ist die Bezeichnung "Atmosphäreneffekt" angemessener.

In der politischen Diskussion zeigt die Bezeichnung "Treibhauseffekt" eine Suggestivwirkung. Es wird suggeriert, daß durch die technischen Aktivitäten des Menschen die Erde zu einem schwülen Treibhaus wird, in dem man erstickt. ▲

2. Ablehnung der Treibhaus-Hypothese

Angesichts des komplexen, rückgekoppelten Klimasystems ist der Schluss voreilig, dass 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) ▲

3. Infrarotabstrahlung der Erdoberfläche

Die Erde emittiert ein Strahlungs-Kontinuum, von dem Gase nur einzelne Linien absorbieren. Unter 7 µm und über 20 µm 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 15µm-Bande, wird durch das Kohlendioxid der Luft absorbiert. Die Hälfte der 15µm-Abstrahlung wird durch Wasserdampf absorbiert.

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 15µm-Bande ins Verhältnis zum gesamten IR-Spektrum der Erdoberflächenabstrahlung, dann beträgt der Anteil der durch Kohlendioxid absorbierten IR-Strahlung nach Auffassung einiger Autoren etwa 3-4 % (GRIMSEHL-TOMASCHEK 1943, KOHLRAUSCH 1942, SCHULIEN 2007).

"Damit wird vom Emissionsspektrum der Erde kaum 3 % überdeckt, d. h. 97 % des gesamten ultraroten Spektrums der Erde gehen wirkungslos am CO₂ vorbei! Es können also vom CO₂ maximal nur 3 % der Strahlungsleistung der Erde absorbiert ... werden..." (SCHRÖCKE 2009)

DIETZE (2007) berechnete aus dem durch Satelliten gemessenen Spektrum der Atmosphärenoberfläche einen Anteil der 15µm-Abstrahlung an der Gesamt-Abstrahlung der Erdoberfläche von 15 %. Satelliten messen nicht die Erdoberflächenabstrahlung, sondern die Abstrahlung der Atmosphärenoberfläche. Satelliten messen keine 15µm-Abstrahlung der Erdoberfläche, sondern die 15µm-Abstrahlung des Kohlendioxids in etwa 10 km Höhe. ▲

4. Infrarot-Absorption durch Kohlendioxid

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

Von den Kohlendioxid-Molekülen der Atmosphäre wird die emittierte 15µm-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 übertragen. Das Molekül wird angeregt, die Amplituden der Bindungs- und der Biegeschwingung vergrößern sich.

Kohlendioxid absorbiert die 15µm-Bande der IR-Abstrahlung der Erdoberfläche. Hierbei wird ein Photon durch ein Kohlendioxid-Molekül eingefangen. Die durch den Photoneinfang gewonnene Energie wird als Rotationsschwingungsenergie gespeichert. Entsprechend der Freiheitsgrade des Kohlendioxid-Moleküls gerät dieses in einen angeregten Energiezustand. Die Amplituden der Bindungs- und der Biegeschwingung vergrößern sich.

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.

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. Das Kohlendioxid kann nur Schwingungen derjenigen Frequenz absorbieren, die der Eigenschwingung entspricht.

"Trifft ein IR-Quant auf ein CO₂-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 - Körper- teilchen oder Quant vor." (SCHMIDT 2007) ▲

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/m². 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 µm-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 CO₂-Gehalt, so erhöht sich die Absorption von 72,8 auf 73,5%. Die winzige Erhöhung um 0,7 Prozent bei CO₂-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 CO₂ 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 CO₂ zurückgehalten werden kann, als bei 10 m." (LEISTENSCHNEIDER 2009)

Aufgrund des Lambert-Beerschen Gesetzes ist die Absorption der durch Kohlendioxid absorbierbaren 4,3 µm- und der 15,3 µm-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 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).

In sehr geringem Maße sind die Flanken der 15µm-Bande der Infrarot-Abstrahlung ungesättigt. Das gelbe Spektrum in Bild 2 ist die Kohlendioxid-Absorption in der Atmosphäre bei 360ppm. Die 15µm-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 14-16 µm) 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 Erdastrahlung durch die Gase hindurch: Gase absorbieren nur einzelne Linien (Fraunhofer'sche 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 Transmissionspektrums (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 abkühlt." (Schmidbauer 1988)



7. Thermalisierung der absorbierten Energie

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 N_2 - und O_2 -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 Strah-

lungsfenster 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. Fiktive Gegenstrahlung

Vielfach wird postuliert, daß die Erdoberfläche zusätzlich durch eine IR-Strahlung erwärmt wird, die vom Kohlendioxid der Luft emittiert wird.

Wegen des abnehmenden Luftdruckes nimmt die Temperatur der Atmosphäre nach oben ständig ab. Da die Atmosphäre kälter ist als die Erdoberfläche, kann kein Wärmeübergang von der Atmosphäre zur Erdoberfläche oder zur unteren Luftschicht erfolgen. Da das Kohlendioxid die absorbierte IR-Energie durch Thermalisierung an die umgebenden Luftmoleküle abgibt, ist die durch Strahlung abgegebene Energie zu vernachlässigen. ▲

10. Strahlung kälterer Körper

Auch relativ kalte Körper emittieren IR-Strahlung. Trifft die Strahlung eines kälteren Körpers oder Gases auf einen wärmeren Körper, so erfolgt hierdurch keine Temperaturerhöhung des wärmeren Körpers. Absorption von Strahlung in Festkörpern und Flüssigkeiten kann die Temperatur nur erhöhen, wenn die "Strahlungstemperatur" die Temperatur des Absorbers übersteigt. Temperatur der Atmosphäre siehe Abb. 2.

"Da die Temperatur in der Atmosphäre nach oben hin ... ständig abnimmt und somit tiefer liegt als am Erdboden, können die "Treibhausgase" weder die Erdoberfläche noch die bodennahe Luftschicht erwärmen. So absorbieren atmosphärische Gase zwar die von der Erde (im Kontinuum) abgegebene IR-Strahlung selektiv in spezifischen Spektrallinien, können diese Energie aber lediglich an kältere atmosphärische Regionen und zuletzt an den Weltraum wieder abgeben. Die wärmere Erde "zurück erwärmen" oder sogar "weiter aufheizen" können die atmosphärischen Gase nicht, weder die natürlichen noch die anthropogenen - das widerspricht der Physik, und das findet daher auch nicht statt." (PULS 2007)

"Nach dieser von Planck eingeführten Quantenhypothese kann ein Oszillator der Frequenz ν anstelle beliebiger Energiemengen nur ganzzahlige Vielfache der Energie $h\nu$ aufnehmen; insbesondere bedarf er einer Mindestenergie $h\nu$, um überhaupt angeregt zu werden. Schwingungszustände, deren Mindestenergie $h\nu$ deutlich über der thermisch zur Verfügung gestellten Energie kT liegen, können nicht angeregt werden, sie bleiben eingefroren. Jene Schwingungszustände, deren Mindestenergie nur wenig über kT liegt, können mit gewisser Wahrscheinlichkeit angeregt werden, so dass von ihnen ein bestimmter Bruchteil zur gesamten Hohlraumstrahlung beiträgt. Lediglich Schwingungszustände mit niedriger Mindestenergie $h\nu$, also kleineren Frequenzen, können die angebotene thermische Energie vollständig aufnehmen und werden (im Mittel) mit Sicherheit angeregt." (WIKIPEDIA 2009)

"Dass man mit einem kälterem Medium kein wärmeres Medium weiter erwärmen kann, ist in der Alltagswelt, aber auch in der Quantenphysik zu beobachten. Über Strahlung einem anderen Körper eine Energie zuzuführen heißt, diesen, in seinen molekularen Anregungsbanden, sofern es sich um einen gasförmigen Stoff handelt, anzuregen und ihm dadurch Energie zukommen zu lassen. Hierbei nehmen vorrangig die Hüllelektronen die Energiequanten auf und werden dadurch auf ein höheres Energieniveau gehoben (Photonen können mit Materie nur dadurch in Verbindung treten, indem sie in Quanten Energie austauschen). Diese Anhebung kann nicht willkürlich erfolgen, sondern auf Grund der Planck'schen Energieniveaus nur ausgesuchte, diskrete Werte annehmen. Da in der Physik alles nach Gleichgewichten sucht, verbleiben die energieangereicherten Elektronen nicht auf ihrem Niveau, sondern sind bestrebt, ihr Ursprungsniveau wieder einzunehmen, wobei dann Energie wieder abgegeben wird, strahlungstechnisch in Form von Photonen. Befinden sich nun Elektronen auf einem Planck'schen Energieniveau von z.B. $x + 3$ (x = definierte Anfangsenergie, die dem entsprechenden Planck'schen Energieniveau zuzuordnen ist), so kann eine Energie, die niedriger ist (z.B. $x + 2$) die höherenergetischen Elektronen auch nicht weiter anheben, weil eben der Energieinhalt fehlt, die Elektronen ($x + 3$) weiter im Planck'schen Energieniveau anzuheben (z.B. auf $x + 4$). Man kann dies (sinnbildlich!!!! - nicht physikalisch!!!!) vergleichen mit einem Gewichtheber: Wenn dieser ein Gewicht von 100 kg hoch heben möchte, braucht er eine entsprechende Energie, wollen sie das Gewicht höher heben, so muss die Energie dafür auch höher sein - eine niedrigere Energie vermag dies nicht! Auf unser Eingangsthema bezogen zurückzukommen: Ein kälteres Medium kann grundsätzlich kein wärmeres Medium weiter aufheizen. Es kann ihm zwar Energie zuführen (mit diesem im Austausch stehen), aber dessen Abkühlung nur verlangsamen (wenn sich beide Energieniveaus angeglichen haben), aber keine Erhöhung der Isttemperatur erzielen. (LEISTENSCHNEIDER 2009) ▲

11. 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. ▲

12. Quellen

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

Dietze, P.
Persönliche Mitteilung 20.11.2007

Doleys, W.
Persönliche Mitteilung (2007)

W.

Gerlich, G.
Die physikalischen Grundlagen des Treibhauseffektes und fiktiver Treibhauseffekte; Herbstkongress der Europ. Akad. f. Umweltfragen: Die Treibhaus-Kontroverse, Leipzig, 9./10. Nov. (1995)

Grimsehl-Tomaschek
Lehrbuch der Physik; Teubner (1943)

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

Kohlrausch
Praktische Physik; Teubner (1942)

Leistenschneider, R.
Persönliche Mitteilung 2009

Müller, M.
Tatsachen zum Treibhauseffekt und was in Wirklichkeit geschieht;
<http://home.arcor.de/meino/53531198c90bc2403/index.html> (leg. 2007)

Negendank, J.F.W.
GeoForschungsZentrum Potsdam; Paläoklima und aktuelles Klima; 1995

Puls, K.-E.
Leserbrief Aufbau 02.01.2007

Schmidt, K.R.
Arbeitspapier Wetter, Klima, Witterung; Erlangen 08.04.2007

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

Schulien, S.
Persönliche Mitteilung 2007

Schuster, N., Kolobrodov, V.G.
Infrarot-Thermographie; Wiley-VCH, Berlin u.a. (2004)

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

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

13. Abbildungen

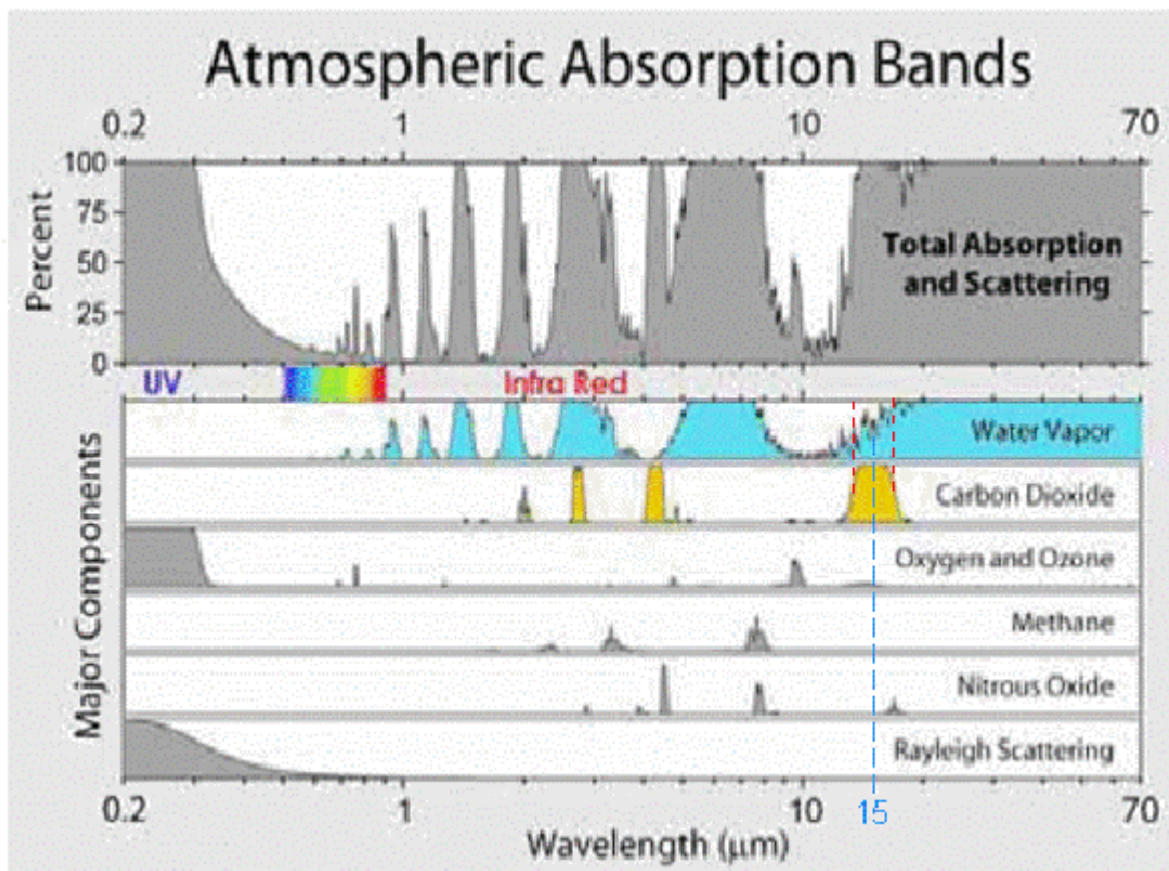


Abb. 1 Atmosphärische Absorptionsbanden (University of Connecticut)

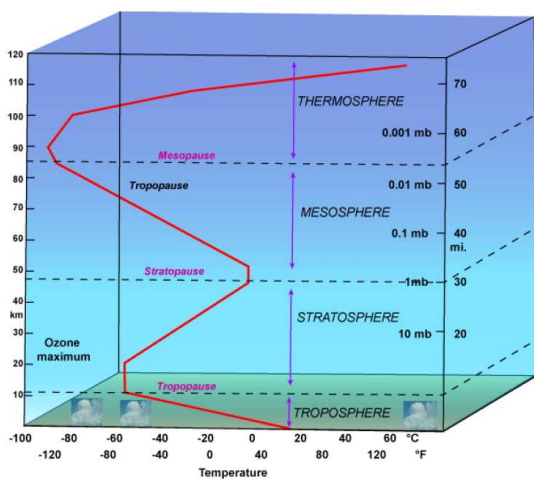


Abb. 2 Temperatur der Atmosphäre

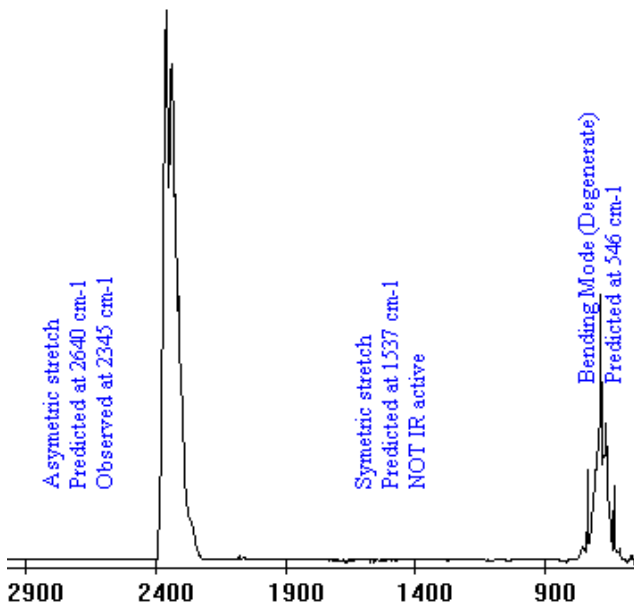
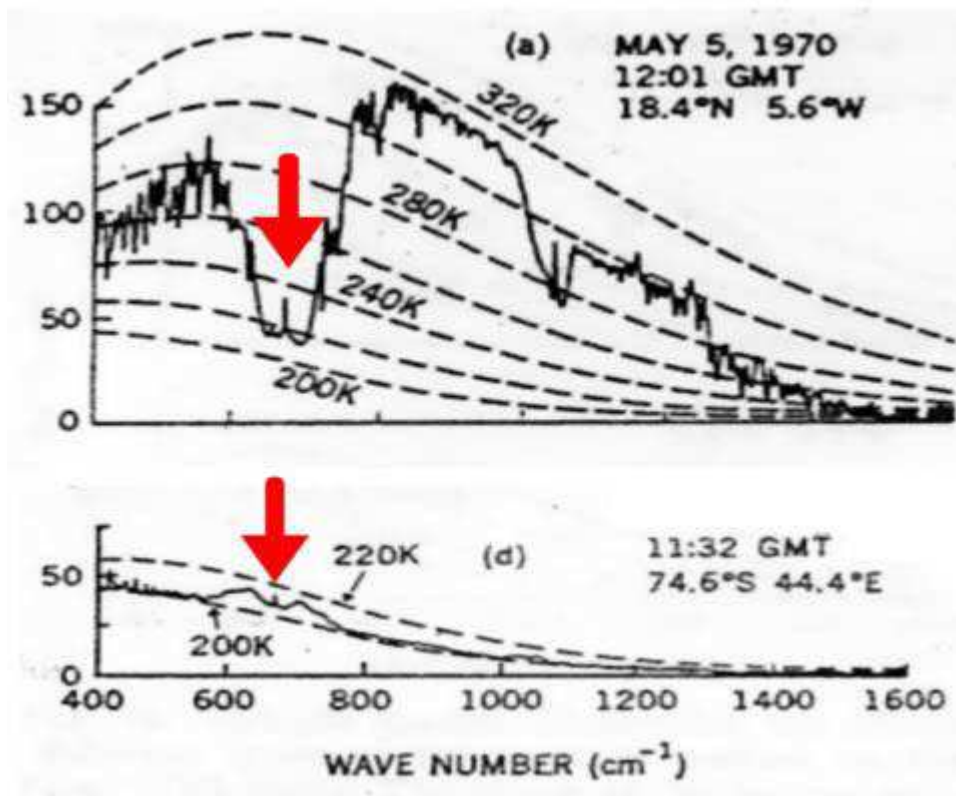


Abb. 3 Absorptionsspektrum von Kohlendioxid. Bei 4,3 μm (2345 cm^{-1}) Schwingungen der CO-Bindungen. Bei 15,3 μm (654 cm^{-1}) Biegeschwingung (W07).

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



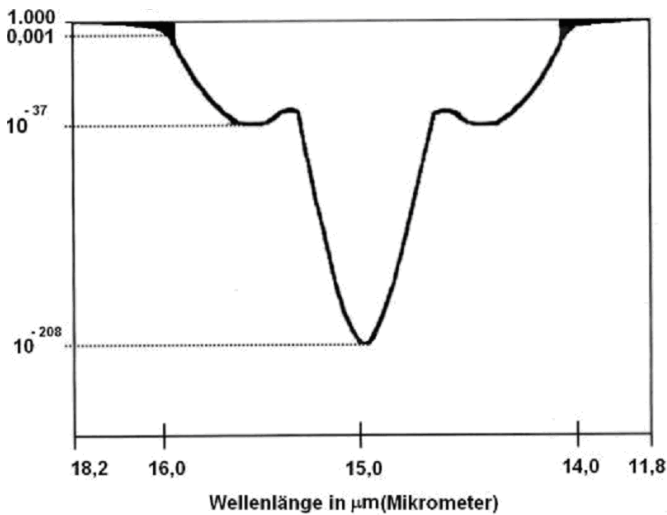
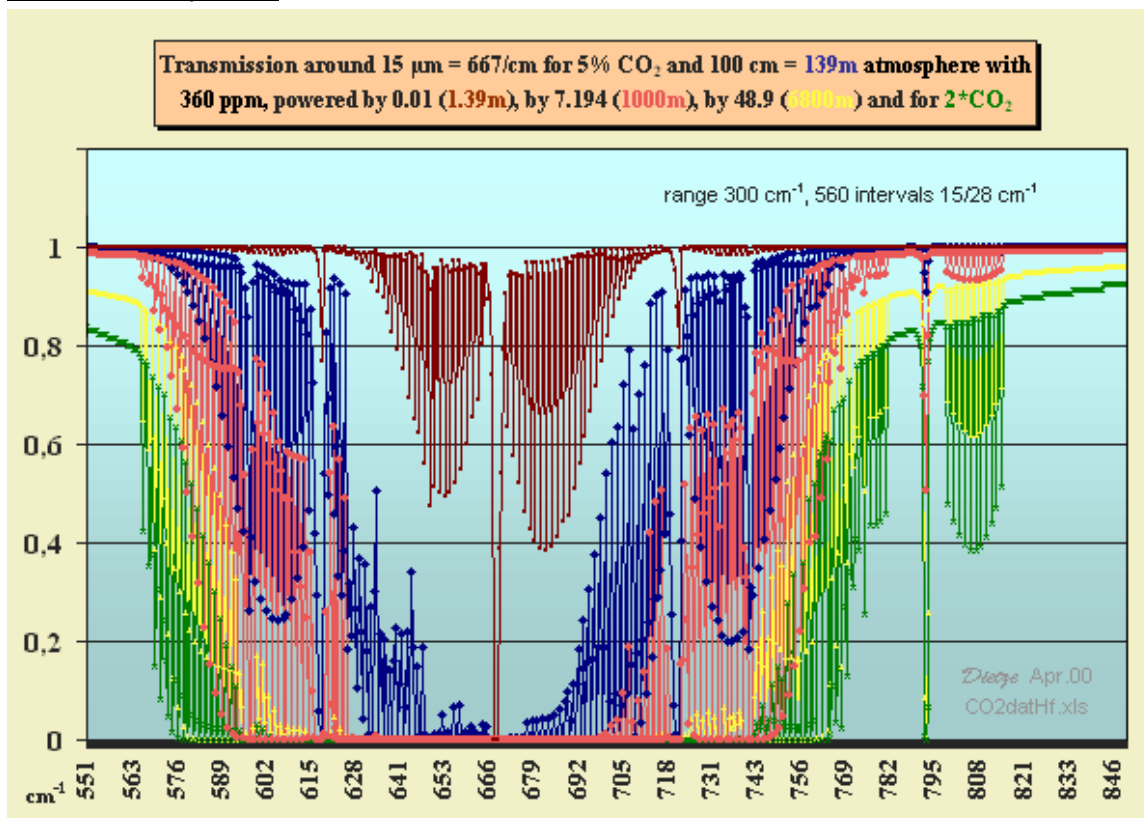


Abb.4: Kohlendioxid-Absorptionsspektrum bei 15µm (nach Hug 2007)

Die Flankenbereiche von 16,0µm bis 18,2µm und von 11,8µm bis 14,0µm sind ungesättigt. ▲

Abb.4: Hitran-Spektren



HITRAN-Spektrum

Das GELBE Spektrum ist die CO₂-Absorption in der Atmosphäre bei 360 ppm. Die 15 µm-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 14-16 µm) steigt die Transmission über 0,2 an. Dort erst beginnt bei CO₂-Erhöhung ein zusätzlicher Treibhauseffekt. Der breite CO₂-Trichter bedeutet eine Absorption von 74 W/m², d.h. etwa 25% der gesamten Abstrahlung die durch die untere Troposphäre nach oben geht. Bei extrem hoher Konzentration könnte das CO₂ 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)

