

# Der negative Treibhauseffekt Teil 1

geschrieben von Chris Frey | 27. September 2025

**Die Auswirkungen des Treibhauseffektes kehren sich um, wenn Luft nicht kälter sondern wärmer als ein fester Körper ist, mit dem sie IR-Strahlung austauscht. In diesem Fall sollten Treibhausgase eine Abkühlung der Luft und eine Zunahme der ausgehenden IR-Strahlungen verursachen. Die Idee vom negativen Treibhauseffekt nimmt Gestalt an, um im Laborexperiment überprüft zu werden.**

## Abstract

In der vorliegenden Arbeit wird eine experimentelle Untersuchung vorgestellt, die auf dem Prinzip des negativen Treibhauseffektes (TH-Effekt) basiert. Die Auswirkungen des TH-Effektes kehren sich um, wenn Luft nicht kälter, sondern wärmer als ein fester Körper ist, mit dem sie IR-Strahlung austauscht. In diesem Fall verursachen Treibhausgase (TH-Gase) eine Abkühlung der Luft und eine Zunahme der ausgehenden IR-Strahlung, die durch Sensoren auf einer gekühlten Platte detektiert wird. Mit einer Reihe von Experimenten lässt sich zeigen, dass die IR-Strahlung der TH-Gase keine „ominöse“ Erscheinung ist, sondern ganz real existiert. Das bedeutet, dass die Strahlung der TH-Gase tatsächlich erfahrbar und messbar ist. Die Ergebnisse wurden kürzlich im Journal Science of Climate Change publiziert [1] und sollen hier in verkürzter, leichter verständlicher Form vorgestellt werden. Da die Untersuchungen sehr umfangreich sind, wird die Arbeit in zwei Teile gegliedert.

Im ersten Teil geht es um theoretische Betrachtungen von allgemeinem Interesse. Warum die viel stärkere  $\text{CO}_2$ -Bande von  $4,3 \mu\text{m}$  im Vergleich zur  $15 \mu\text{m}$  Bande für den Wärmetransport unbedeutend ist, warum Wasserdampf das dominierende Treibhausgas ist und warum man in einem Labor-Experiment – wie bei einem Eisberg – grundsätzlich nur die Spitze der Gasstrahlung sehen kann.

Es wird ausgeführt, dass der negative Treibhauseffekt in der Antarktis zur Abkühlung des Planeten beiträgt. Zudem wird die These aufgestellt, dass die Temperatur des Wasserplaneten Erde hauptsächlich durch Verdunstung, Konvektion und Wolkenbedeckung und nicht durch Infrarotstrahlung bestimmt wird.

Ferner werden das allgemeine Konzept der experimentellen Untersuchungen und erste Tests mit der neuen Apparatur vorgestellt. Es zeigt sich, dass mit dem Versuchsaufbau sogar die Wasserdampf-Strahlung nachgewiesen werden kann, was bisher nicht

möglich war [2]. Dadurch eröffnen sich neue Möglichkeiten, die Überlagerung der Wasserdampf-Strahlung mit der der anderer Treibhausgase zu untersuchen.

Im zweiten Teil wird gezeigt, dass  $\text{CO}_2$ , Methan und Lachgas auch bei Normaldruck und abhängig von ihrer Konzentration die Wärme ihrer Umgebung spontan in IR-Strahlung umwandeln, wobei Wasserdampf eine dämpfende Wirkung ausübt.

Messungen und Strahlungstransfer-Rechnungen sind in guter Übereinstimmung, wenn die störende Hintergrundstrahlung der Apparatur und unvermeidliche Übertragungsverluste berücksichtigt werden.

Zusätzlich werden die Auswirkungen des negativen Treibhauseffektes anhand von Freon 134a, einem extrem wirksamen Treibhausgas, anschaulich demonstriert. Eine starke Zunahme der IR-Emissionen bei gleichzeitiger deutlicher Abkühlung der Umgebungsluft, selbst bei kleinen Mengen an Freon, lässt keinen Zweifel zu: Die These der Thermalisierung bzw. der strahlungslosen Deaktivierung ist nach der Definition von [K. Popper](#) falsifiziert.

## 1. Einleitung

Treibhausgase (TH-Gase) sind vor allem als Absorber von Wärmestrahlung bekannt, was durch unzählige Infrarotspektren belegt ist. Nach dem Kirchhoff'schen –Strahlungsgesetz können diese Gase aber auch IR-Emittenten sein. Dieses Gesetz wird jedoch immer wieder angezweifelt, denn im Gegensatz zur kondensierten Materie besteht die Atmosphäre, abgesehen von Aerosolen und Wassertropfen, im Wesentlichen aus frei beweglichen Molekülen. Je nach Molmasse, Temperatur und Druck sind die Moleküle mit Schallgeschwindigkeit oder etwas darüber unterwegs. Wegen dieser Geschwindigkeit und ihrer enormen Anzahl von rund  $2,7 \cdot 10^{25} = 27$  Quadrillionen Moleküle pro Kubikmeter Luft sind diese Teilchen ständig Kollisionen von mehreren GHz ausgesetzt.

Wenn ein Luftpaket in der Atmosphäre aufsteigt, dehnt es sich aus und kühlt sich durch diese Volumenarbeit ab. Dadurch sind in einem Kubikmeter Luft in großer Höhe deutlich weniger Moleküle mit geringerer Geschwindigkeit vorhanden, so dass die Zahl der Zusammenstöße sinkt.

Aus diesem Unterschied haben Kritiker geschlossen, dass TH-Gase in der unteren Atmosphäre nur Absorber und keine oder nur schwache Emittenten sind. Die Eigenschaft eines guten Emittenten erhalten sie erst in größerer Höhe, in der Tropopause und Stratosphäre, wo

sie zur IR-Ausstrahlung an das All beitragen [hier](#), [hier](#). Als Erklärung geben sie an, dass in der unteren Troposphäre Kollisionsprozesse in Form von hyperelastischen Stößen spontane Emissionen unterdrücken. Demnach würde die absorbierte Energie hauptsächlich in kinetische Energie in Form von Wärme umgewandelt werden, was als Thermalisierung oder strahlungslose Deaktivierung bezeichnet wird.

Bei dieser Interpretation wird außer Acht gelassen, dass es bei den Kollisionen auch inelastische Stöße gibt, die das Gegenteil zu den hyperelastischen Stößen bewirken. Diese Stöße entziehen dem Gasgemisch kinetische Energie, um mit dieser Energie TH-Gasmoleküle zu Schwingungen und Rotationen anzuregen. Diese Prozesse führen letztendlich zu einer Wärmestrahlung weitgehend unabhängig und parallel zu den superelastischen Stößen, die als thermische Hintergrundstrahlung bezeichnet wird (Harde 2013 [4], Kap. 2.3). Diese Emission wird durch die Lufttemperatur und damit die Besetzung von angeregten Schwingungs-Rotationsniveaus entsprechend einer Boltzmann-Verteilung vorgegeben und ist der Hauptgrund dafür, dass mit zunehmender Höhe die Strahlungsintensität deutlich abnimmt. So beträgt sie in 11 km Höhe für CO<sub>2</sub> beispielsweise nur 12 % der Intensität, die in einer 100 m dicken Gasschicht in Bodennähe beobachtet wird.

In den EIKE-Artikeln prallen seit einigen Jahren diese beiden konträren Auffassungen aufeinander und das, obwohl es detaillierte Laborexperimente zur Existenz eines Treibhauseffektes gibt (siehe [Harde, Schnell 2024](#) und [2]). Aber vielleicht lassen sich ja doch noch einige Zweifler durch neuere Laborexperimente davon überzeugen, dass die drei wichtigsten infrarotaktiven Gase der Atmosphäre – CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas – auch bei Normaldruck spontan IR-Strahlung auf Kosten der Wärme ihrer Umgebung erzeugen.

## 2. Theoretische Grundlagen

TH-Gase können im mittleren und langwelligen IR-Spektralbereich Strahlung absorbieren und auch wieder emittieren. Dieser Spektralbereich erstreckt sich auf einer Wellenlängenskala  $\lambda$  von ca. 4  $\mu\text{m}$  bis in den cm-Bereich. Innerhalb dieses Spektralintervalls haben die wichtigsten TH-Gase in der Atmosphäre wie Wasserdampf (WD), Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Ozon (O<sub>3</sub>) zusammen 722.000 Spektrallinien. Viele dieser Linien sind zwar sehr schwach, aber aufgrund der langen Ausbreitungswege in der Atmosphäre tragen auch sie deutlich zur Wechselwirkung mit der Strahlung bei.

In der Spektroskopie ist es üblich, Absorptionslinien mit der

Wellenzahl (Englisch: Wave Number), dem reziproken Wert der Wellenlänge, anzugeben. Die Wellenzahl gibt an, wie viele Schwingungen eine Welle pro Zentimeter ausführt, und wird in der Einheit  $\text{cm}^{-1}$  ausgedrückt. Das hat einige Konsequenzen, die verwirrend sein können: Die starke asymmetrische  $\text{CO}_2$ -Streckschwingung von  $4,3 \mu\text{m}$  befindet sich nun auf der rechten Seite bei  $2326 \text{ cm}^{-1}$  und die schwächere  $\text{CO}_2$ -Biegeschwingung von  $15 \mu\text{m}$  auf der linken Seite bei  $667 \text{ cm}^{-1}$  (Abb. 1, rote Linien):

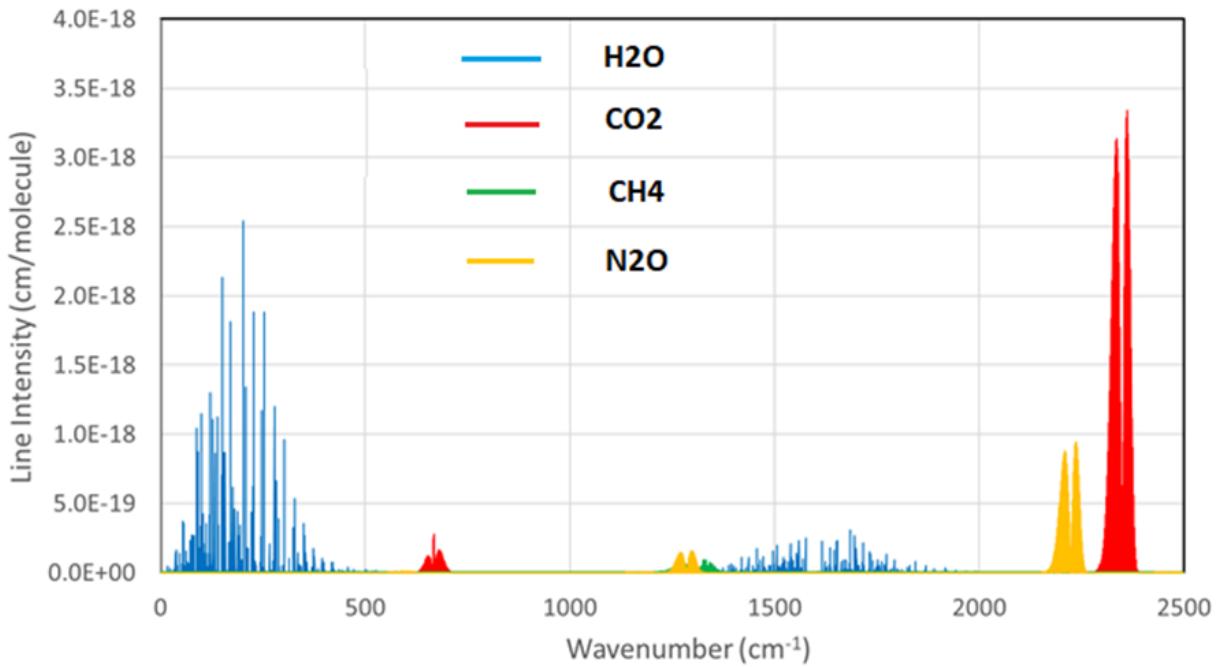


Abb. 1: Spektrale Linienintensitäten der Treibhausgase  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$  über den Spektralbereich von  $0 - 2500 \text{ cm}^{-1}$ . Dies entspricht einem Wellenlängenbereich von  $\infty - 4 \mu\text{m}$ . Die Werte gelten für eine Temperatur der Gase von  $T = 44 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Die spektrale Linienintensität in Abb. 1, sagt jedoch nichts über ihren Anteil an der IR-Emission eines Luftpaketes bei einer bestimmten Temperatur aus, die wesentlich durch die thermische Stoßanregung entsprechend einer Boltzmann-Verteilung und gemäß dem Planck'schen Gesetz bestimmt wird (siehe Abb. 2; Harde 2013, Kap. 2.3 [4]):

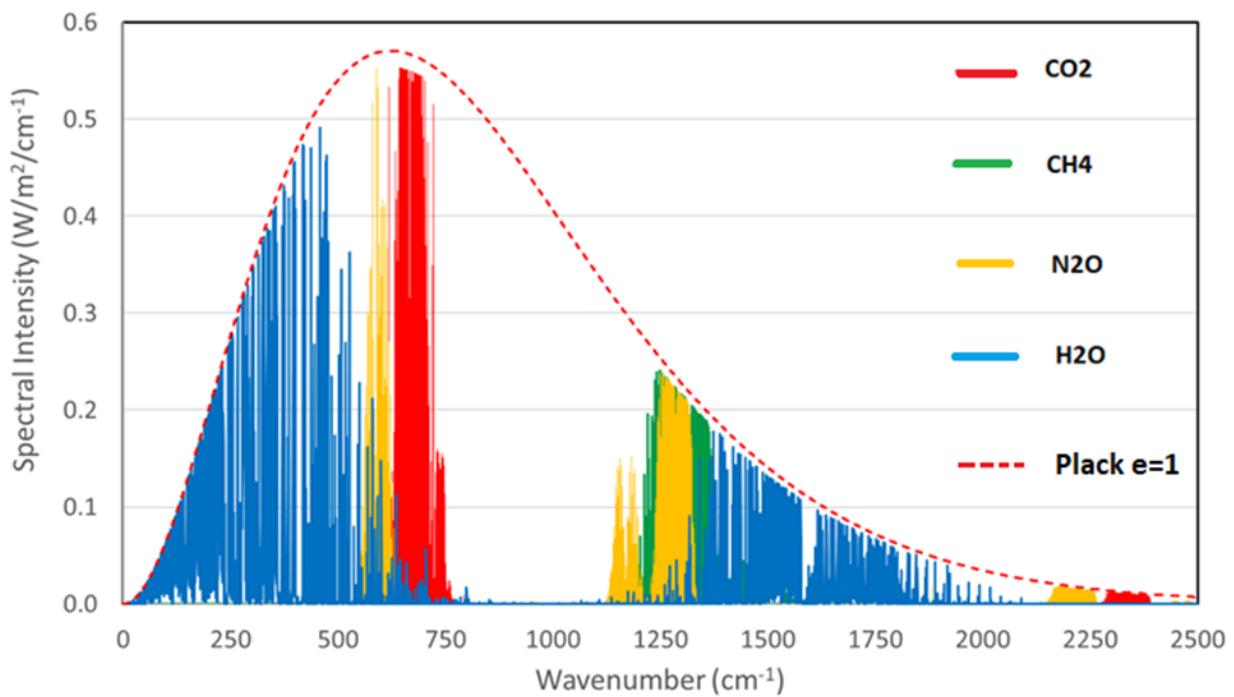


Abb. 2: Emissionsspektren von WD, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O für Konzentrationen von jeweils 2 % in Luft für eine Gastemperatur  $T = 44$  °C und einen Druck von 1013 hPa.

Die rote, gestrichelte Linie zeigt die Planck-Verteilung eines Schwarzkörper-Strahlers bei einer Temperatur von 44 °C (Emissivität  $\varepsilon = 100$  %), entsprechend der Temperatur der Gase bei den Untersuchungen. Für jede Spektrallinie ist diese Begrenzung die maximal mögliche Strahlungsdichte (spektrale Intensität) in der Versuchsapparatur, mehr geht nicht. Das ist der Grund warum die sehr starken CO<sub>2</sub>-Linien (rot) in Abb. 1 um 2300 cm<sup>-1</sup> mit nur 1,3 W/m<sup>2</sup> gegenüber einer theoretischen Gesamtemission von CO<sub>2</sub> mit 28,8 W/m<sup>2</sup> eine absolut untergeordnete Rolle spielen. Dagegen stimmen die relativ kleinen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Abb. 1 um 670 cm<sup>-1</sup> mit ihren vielen Rotationslinien praktisch mit dem Maximum überein und bestimmt daher maßgeblich den Anteil von CO<sub>2</sub> am TH-Effekt (Abb. 2, rote Linien).

Lachgas (N<sub>2</sub>O, orange), als eigenständige Emission mit 29,2 W/m<sup>2</sup>, wird zusätzlich überdeckt durch Methan (CH<sub>4</sub>, grün) mit 11,1 W/m<sup>2</sup>, und die stärkste Bande von N<sub>2</sub>O um 2250 cm<sup>-1</sup> hat kaum einen Einfluss auf die Gesamtemission.

Ebenfalls ist klar zu erkennen, dass nicht CO<sub>2</sub>, sondern Wasserdampf (WD, blau) mit einer Gesamtemission von 42,2 W/m<sup>2</sup> das dominierende Treibhausgas ist und größere Teile der anderen Gase überlagert, obwohl hier mit **gleichen Konzentrationen** gerechnet wurde. Die Einzelbeiträge der vier betrachteten Gase addieren sich zu einer Intensität von 111,3 W/m<sup>2</sup>, die wirksame Gesamtintensität beträgt jedoch nur 75,8 W/m<sup>2</sup> und ist somit 32 % geringer.

Dieser Wirkungsverlust entsteht, wenn sich die Strahlung unterschiedlicher Gase überlagert und dabei dieselben Banden beansprucht werden. Das trifft insbesondere auf Wasserdampf zu, was sich auch experimentell nachweisen ließ (siehe Teil 2).

In der unteren Atmosphäre ist die Konzentration von Wasserdampf im Mittel 35-mal höher als die von  $\text{CO}_2$ . Dadurch nimmt die Überlappung so stark zu, dass die allein von  $\text{CO}_2$  emittierte Strahlung mit  $83 \text{ W/m}^2$  in Richtung Erdoberfläche (bei einer Bodentemperatur von  $15^\circ\text{C}$ ) nur noch mit  $22 \text{ W/m}^2$  beiträgt, also zu rund einem Viertel. Dagegen macht sich WD allein bereits mit  $281 \text{ W/m}^2$  bemerkbar, und zusammen tragen sie zu einer Rückstrahlung von  $304 \text{ W/m}^2$  bei. Wird hierbei noch berücksichtigt, dass die über das Industriezeitalter angestiegene  $\text{CO}_2$  Konzentration von 280 auf 420 ppm aufgrund der Sättigung der Banden nur  $2,2 \text{ W/m}^2$  zusätzlich beisteuert (Anstieg von  $301,4$  auf  $303,6 \text{ W/m}^2$ ) und dieser Anteil sich bei einer mittleren Bewölkung von 66% sowie einer Wolkenhöhe von 5 km sogar auf nur  $1,3 \text{ W/m}^2$  reduziert ( $328,1$  auf  $329,4 \text{ W/m}^2$ ), ist der Beitrag von  $\text{CO}_2$  zu der Gesamt-Rückstrahlung in der Tat praktisch zu vernachlässigen.

### **3. Das experimentelle Konzept und Analyse des Wärmestroms**

Dass Treibhausgase grundsätzlich auch Emitter sind, sollte unbestritten sein, denn der Energieeintrag der Sonne kann das System Erde/Atmosphäre letztlich nur in Form von elektromagnetischer Strahlung wieder verlassen. Strittig ist lediglich, ob dies auch bei Normaldruck funktioniert. Genau hier setzt die Idee für das neue Laborexperiment an. Normaldruck in einem Experiment erfordert keine besonderen Maßnahmen. Man kann also ohne großen Aufwand der Frage nachgehen, wie ein erwärmtes Luftpaket reagiert, wenn ihm eine kleine Menge eines IR-aktiven Gases zugesetzt wird.

Um das zu überprüfen braucht man lediglich einen geheizten Luftzylinder als Strahlungsquelle und eine gekühlte PC-Platte als Strahlungsempfänger. Beide Teile sind senkrecht übereinander gestellt, um Konvektion zu verhindern (Abb. 3). Eine PE-Folie zwischen Zylinder und Kühlplatte verhindert eine direkte Wärmeleitung, so dass die Wärme hauptsächlich durch Infrarotstrahlung auf die gekühlte Platte PC übertragen wird. Dieser Wärmestrom  $Q$  wird von den Sensoren TD und VP registriert, die sich auf der PC-Platte befinden (weitere Details und eine ausführliche Beschreibung der Apparatur finden sich in Teil 2).

Der Versuchsaufbau ermöglicht einen kontinuierlichen Wärmestrom in nur eine Richtung, vom warmen Luftzylinder zur kälteren PC-Platte.

Eine mögliche Verletzung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik ist somit per se ausgeschlossen, womit das Hauptargument der Skeptiker entfällt.

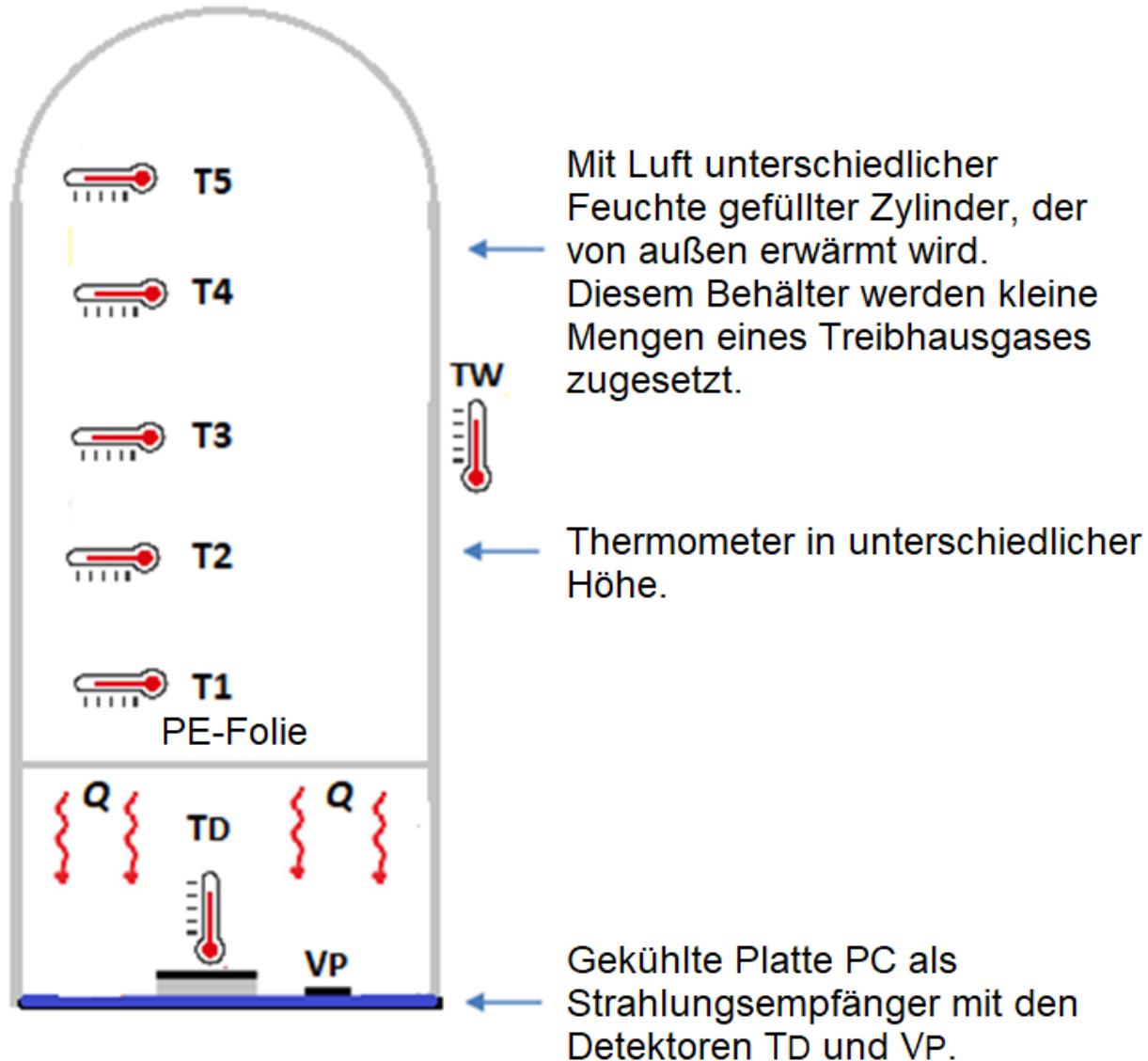


Abb. 3: Schematischer Versuchsaufbau

Da es im Falle des Zylinders um Temperaturen geht, wird er nicht elektrisch geheizt (wie z.B. in [2]), sondern indirekt durch eine Mantelheizung mit thermostatisiertem Wasser TW von 51 °C. Zwischen Mantelheizung TW und Zylinderwand befindet sich eine 2 mm starke Styroporisolierung, die einen abgeschwächten Wärmestrom vom Heizwasser zur Innenluft des Zylinders bewirkt. Aufgrund dieser Isolierschicht hängen die Zylindertemperaturen T1 bis T5 nicht nur von der Heizung TW, sondern auch von dem ausgehenden Wärmestrom Q ab. Das lässt sich experimentell durch einen schrittweisen Anstieg der TW-Temperatur nachweisen. Ohne Wärmestrom Q zur PC-Platte

müssten sich die Heiztemperatur  $T_W$  und die Temperaturen  $T_1$  bis  $T_5$  nach einer gewissen Verzögerung annähern. Es zeigt sich jedoch, dass bei steigender  $T_W$ -Temperatur die Unterschiede immer größer werden, was durch einen zunehmenden Wärmestroms  $Q$  verursacht wird (Abb. 4a). Dabei wird die meiste Wärme an der  $T_1$ -Position abgegeben. Diese Interpretation findet ihre Bestätigung im ansteigenden Wärmestrom  $Q$ , der von den Detektoren  $TD$  und  $VP$  registriert wird (Abb. 4b).

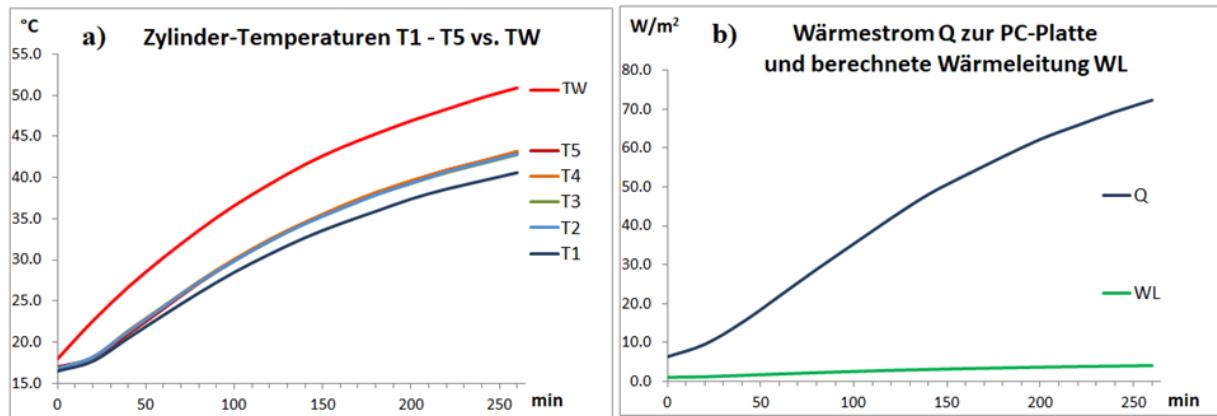


Abb. 4: a) Anstieg der Temperaturen  $T_1$  –  $T_5$  mit steigender Mantelheizung  $T_W$ , b) Nachweis des Wärmestroms  $Q$  mit wachsender Temperatur durch die Sensoren  $TD$  und  $VP$  und Berechnung der mechanischen Wärmeleitung  $WL$  zur PC-Platte,  $H_2O = 0.15$  Vol.-%.

Der Wärmestrom  $Q$  zur PC-Platte setzt sich aus Strahlungstransfer  $I_0$  und der äußereren Wärmeleitung  $WL$  vom Zylinderboden zur PC-Platte zusammen. Die stufenweise Erhöhung von  $T_W$  wurde in kleinen Schritten mit einer Ruhephase von 20-Minuten vorgenommen. Bei jeder Messung lag am Ende dieser Ruhephase ein annähernd thermisches Gleichgewicht vor. Aufgrund der ruhenden Luft lässt sich die mechanische Wärmeleitung mit der vereinfachten Formel (1) abschätzen. Demnach macht der Wärmestrom  $WL$  nur rund 6 % des gesamten Wärmestroms  $Q$  aus (Abb. 4b, grüne Kurve).

$$WL = A \cdot \Delta T \cdot \lambda / L \quad (1)$$

$$\lambda(\text{Luft}) = 0,0262 \text{ W/m/K}, \Delta T = T_1 - T_C, \text{Zylinderfläche } A = 0,0855 \text{ m}^2, L = 0,2 \text{ m (Abstand T1 – PC)}.$$

Nach diesen Berechnungen werden etwa 94 % des Wärmestroms  $Q$  durch IR-Strahlung  $I_0$  transportiert. Einerseits ist dies der gewünschte Energietransport, andererseits ist es aber auch eine schlechte Nachricht, denn diese  $I_0$ -Strahlung ist die Hintergrundstrahlung des luftgefüllten Zylinders ohne TH-Gase. Die Hintergrundstrahlung überlagert und verdeckt die Strahlung der TH-Gase, sodass bei diesen Experimenten immer nur die Spitze der Gasstrahlung sichtbar wird, ähnlich wie bei einem Eisberg (Kap. 4). Das ist der Hauptgrund, weshalb der Nachweis der Gasstrahlung so schwierig ist

und vorherige Experimente an diesem Problem gescheitert sind.

Eine **horizontal** aufgestellte Styroporbox scheint auf den ersten Blick eine bequeme Lösung zu sein, da sie kommerziell verfügbar ist und sich leicht verarbeiten lässt. So haben Seim und Olsen [5] versucht, unsere bisherigen Untersuchungen zum Treibhauseffekt [2] mit einem solchen Aufbau zu überprüfen. Sie konnten bestätigen, dass  $\text{CO}_2$  einen gewissen Temperaturanstieg verursacht aber die Werte waren viel kleiner als von uns gefunden. Die verschiedenen Gründe für das Scheitern dieses Versuchs werden in Part I unserer Mitteilungen bei „Science of Climate Change“ dargelegt und können dort nachgelesen werden [3].

## 4. Die Wasserdampf-Strahlung

Bei dem Erwärmungs-Experiment im vorherigen Kapitel (Abb. 4) wurde getrocknete Luft mit einer Konzentration von rund 0,15 Vol.-% im Innern des Zylinders verwendet. Die Wiederholung dieses Experimentes mit normaler Laborluft mit einer WD-Konzentration von 1,1 Vol.-% ergab einen Anstieg des ausgehenden Wärmestroms  $Q$  von 5 – 8  $\text{W}/\text{m}^2$  (Abb. 5). Dieser Anstieg von  $Q$  wird durch die IR-Strahlung des Wasserdampfes verursacht. Dadurch eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten, die Rolle des Wasserdampfs beim Treibhauseffekt zu untersuchen (siehe Teil 2). Hierzu wird vor Versuchsbeginn die Zylinderluft wahlweise unbehandelt belassen, getrocknet oder zusätzlich angefeuchtet. Auf diese Weise konnten drei WD-Konzentrationen von 0,15, 1,1 und 1,9 Vol. % im Zylinder realisiert werden. Eine zusätzliche Anfeuchtung mit 1,9 Vol.-% Wasserdampf erwies sich jedoch als schwierig, da Wasserdampf bei unkontrollierbaren Wärmebrücken sehr leicht kondensiert. Deshalb wurde diese hohe Konzentration nur bei der  $\text{CO}_2$ -Untersuchung verwendet.

In Teil 2 wird gezeigt, dass für den Nachweis der Emissionen von  $\text{CO}_2$ , Methan und Lachgas Konzentrationen von bis zu 8 Vol.-% erforderlich sind. Wie oben ausgeführt, kann dies mit Wasserdampf nicht erreicht werden. Deshalb wird Wasserdampf nicht als Treibhausgas untersucht, sondern nur sein Einfluss auf die anderen TH-Gase mit relativ geringen WD-Konzentrationen (Teil 2).

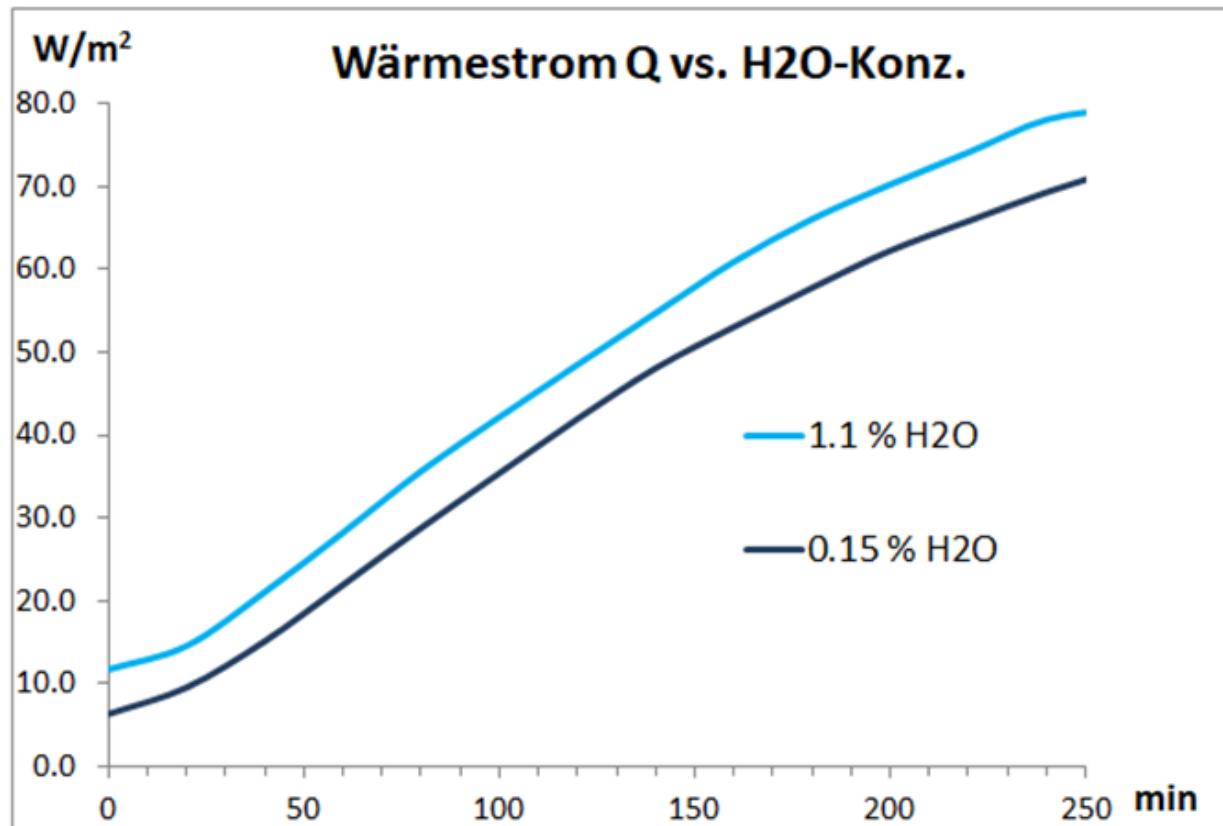


Abb. 5: Wärmestrom  $Q$  bei 1.1 und 0,15 Vol.-% Wasserdampf

## 5. Hintergrundstrahlung und Transmissionsverluste

Die besondere Herausforderung bei der Messung der Gasstrahlungen besteht darin, diese trotz der vorhandenen Hintergrundstrahlung der Zylinderwände nachzuweisen. Die Innenfläche des Zylinders ist gut 10-Mal größer als die Ausstrahlungsfläche, und durch Mehrfach-Reflexion wirkt der Zylinder wie ein Hohlraumstrahler. Dadurch erreicht der Zylinder trotz eines sehr niedrigen Emissionsgrades der polierten Aluminium-Wände von nur ca. 5 % eine deutlich höhere Strahlungsintensität als eine ebene Platte aus gleichem Material (siehe Hohlraumstrahler, z.B. Atkins & Friedman 2011[6]).

Um sich ein Bild vom Verhältnis von Hintergrund- und Gasstrahlung zu machen, wird eine Rechnung bei Überlagerung der verschiedenen Strahlungsquellen unter Berücksichtigung von Übertragungsverlusten vorgestellt (Abb. 6).

Die resultierende Gesamtemission der Zylinderwände lässt sich durch einen effektiven Emissionsgrad  $\varepsilon_{\text{eff}} = 42\%$  kennzeichnen, und der Verlust der Strahlung zu den Detektoren durch den eingesehenen Raumwinkel sowie die Transmission der PE-Folie durch einen Verlustfaktor von  $V\Omega \sim 40\%$  angeben.

Die deutlichen Einschnitte bei  $740 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1.350 \text{ cm}^{-1}$  und  $1.400 \text{ cm}^{-1}$  werden durch die Transmissionsverluste der PE-Folie bei diesen Wellenzahlen verursacht.

Die Emissionen der Wand (grau) und des Wasserdampfes (blau) ergeben zusammen  $90,3 \text{ W/m}^2$ . In Gegenwart von 2 %  $\text{CO}_2$  steigt diese Intensität auf  $95,6 \text{ W/m}^2$  an. Dieser Anstieg um nur  $5,3 \text{ W/m}^2$  entspricht 18,4 % der eigentlichen  $\text{CO}_2$ -Strahlung von  $28,8 \text{ W/m}^2$  ohne Überlagerungen mit anderen Strahlungsquellen. Trotz des optimierten Versuchsaufbaus, der vertikalen Aufstellung und der verspiegelten Aluminiumoberflächen ist, wie bei einem Eisberg, nur die Spitze der  $\text{CO}_2$ -Gasstrahlung sichtbar (rote Linien).

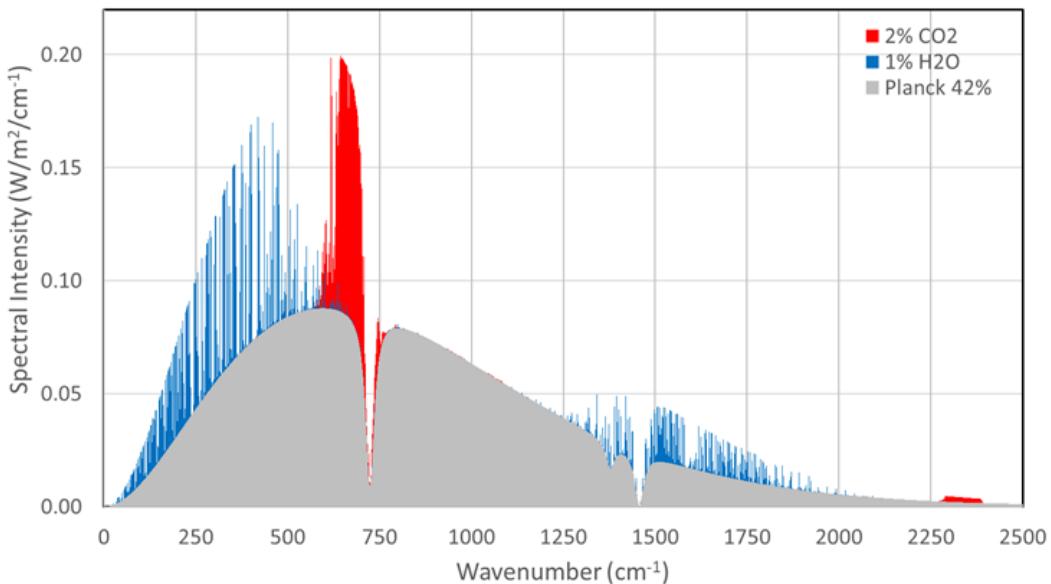


Abb. 6: Spektrale Intensität als Funktion der Wellenzahl für 2 %  $\text{CO}_2$ , 1 %  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $L=70 \text{ cm}$ ,  $\varepsilon=42 \%$  und  $V_{\Omega}=40 \%$  mit einer Gesamtintensität von  $95.6 \text{ W/m}^2$ .

## 6. Der negative Treibhauseffekt

### 6.1 Definition des TH-Effektes und eine vereinfachte Ableitung

Nach Thomas und Stamnes (1999) [7] und dem aktuellen Klimabericht des IPCC, AR6 [8] wird der atmosphärische Treibhauseffekt als Differenz der Strahlungsintensitäten definiert, die vom Erdboden  $FS$  (s = surface) und an der oberen Atmosphäre  $FTOA$  (TOA = Top of the Atmosphere) ausgehen. Dazu lässt sich nach Schmithüsen et al. [9] folgendes ableiten:

Die Strahlungsintensität  $FS$  der Erdoberfläche in  $\text{W/m}^2$  lässt sich nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz berechnen:

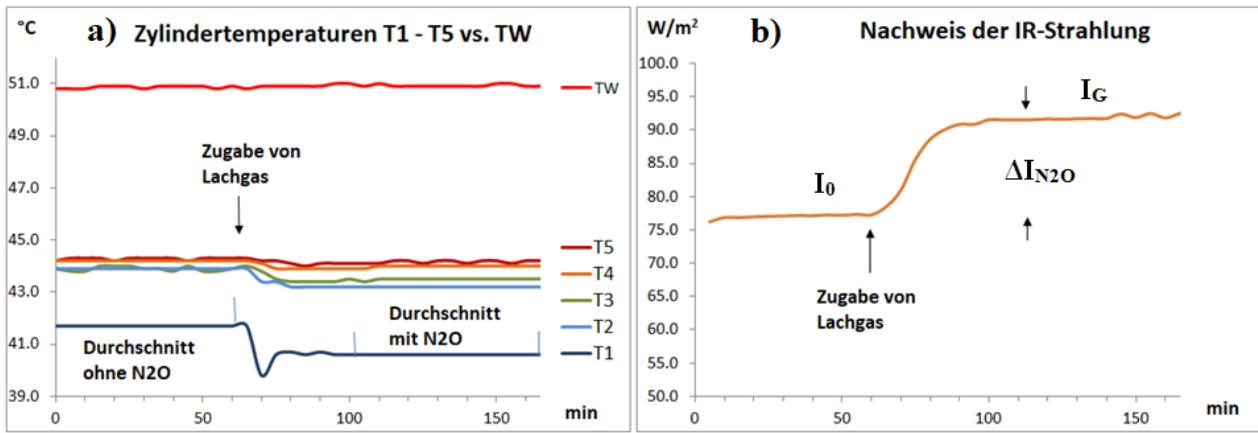


Abb. 8: Auswirkungen von 8 Vol.-% Lachgas, a) Rückgang der Zylindertemperaturen, b) Anstieg der IR-Strahlung nach Zugabe von N<sub>2</sub>O bei einer WD-Konzentration von 0,15%.

Die Ausstrahlung T<sub>0A</sub> an das Weltall F<sub>TOA</sub> ergibt sich aus der Erdabstrahlung, die **nicht** von der Atmosphäre absorbiert wird (Term 1), plus der Strahlung, die von der Atmosphäre erzeugt wird (Term 2).

$$F_{TOA} = \varepsilon_s (1 - \alpha_A) \sigma T_s^4 + \varepsilon_A \sigma T_A^4. \quad (3)$$

$\alpha_A$  = Absorptionsgrad der Atmosphäre

Unter der Annahme eines einfachen Zwei-Lagen-Modells mit einer Temperatur der Atmosphäre T<sub>A</sub> und der Ersetzung des atmosphärischen Absorptionsgrads  $\alpha_A$  durch den zahlenmäßig identischen Emissionsgrad  $\varepsilon_A$  lässt sich Gleichung (3) zum Treibhauseffekt (THE) umstellen (weitere Details siehe [1]):

$$THE = F_s - F_{TOA} = \varepsilon_A \sigma (\varepsilon_s T_s^4 - T_A^4). \quad (4)$$

Der Emissionsgrad  $\varepsilon_A$  schließt alle IR-aktiven Gase ein und hängt von deren Konzentration ab.

## 6.2 Die verschiedenen Auswirkungen des Treibhauseffektes

Die Temperaturdifferenz von Erdoberfläche und Atmosphäre entscheidet, ob der Treibhauseffekt wärmt oder kühlt, ob der Treibhauseffekt positiv oder negativ ist (Gl. 4). Aus der Temperaturdifferenz zwischen Erde und Atmosphäre ergeben sich drei Szenarien.

A) (T<sub>S</sub> > T<sub>A</sub>): Üblicherweise nimmt die Temperatur der Troposphäre mit zunehmender Höhe durchschnittlich um 6,5 °C/km ab, wodurch die Erdoberfläche wärmer als die Troposphäre ist. Der Treibhauseffekt ist positiv und hat einen wärmenden Effekt. Bei diesem „klassischen“ Treibhauseffekt behindert die Atmosphäre den IR-Strahlungstransport in das Weltall. Die Intensität der

Ausstrahlung (Top of the Atmosphere)  $FTOA$  ist geringer als die ursprüngliche Erdabstrahlung  $FS$ . Der Treibhauseffekt ist somit eine Art Wärmedämmung beim Strahlungstransport von Energie [\(hier\)](#).

B) ( $TS = TA$ ): Bei gleichen Temperaturen und  $\epsilon S = 1$  würde es keinen Treibhauseffekt geben wie Richard S. Lindzen zutreffend formuliert hat:

*„Es ist eine interessante Kuriosität, dass es in dem Falle, dass die Konvektion eine konstante Temperatur erzeugt hätte, keinen Treibhauseffekt geben würde“* [\(hier\)](#).

C) ( $TS < TA$ ): Ist die Erde kälter als die Atmosphäre kommt es zu einem negativen Treibhauseffekt. In diesem Fall ist die Intensität der Ausstrahlung  $FTOA$  größer als die der Erdabstrahlung  $FS$ . Die benötigte Energie für diese zusätzliche Strahlung wird der Atmosphäre entnommen, wodurch es zu einer Abkühlung kommt. Eine solche Konstellation wird im aktuellen Experiment realisiert, um einerseits die Emissionseigenschaften der Treibhausgase zu zeigen und andererseits die Existenz des negativen Treibhauseffekts im Modellmaßstab nachzuweisen.

Der negative Treibhauseffekt kommt auch bei Inversionswetterlagen oder bei der nächtlichen Abkühlung vor, wenn die erdnahen Luft wärmer als der Boden ist.

Klimatisch bedeutsam ist der negative Effekt bei den Erdpolen. Im Innern des antarktischen Kontinents ist die Oberfläche oft kälter als die der Stratosphäre, was die langwellige Ausstrahlung in dieser Region erhöht und die Abkühlung des Planeten verstärkt (Schmithüsen, 2015 [9], siehe auch die Winterpförtner-Hypothese [\(hier\)](#)).

Ein Sonderfall ist Wärme, die durch Hebung als fühlbare oder latente Wärme in größerer Höhe (rund 5 km oder höher) freigesetzt wird. Hier bewirkt vor allem  $CO_2$  eine Abkühlung und somit einen negativen Treibhauseffekt, da das sehr kalte Weltall mit rund  $-270^{\circ}C$  der direkte Strahlungspartner ist und nur wenig Wasserdampf in großen Höhen existiert.

Um einem Missverständnis vorzubeugen: Die Anerkennung des Treibhauseffekts ist kein Plädoyer für eine Klimakatastrophe, sondern lediglich die Feststellung eines realen atmosphärischen Phänomens. Für die Wärmeströme in der Atmosphäre ist der Treibhauseffekt jedoch zweitrangig. Die Erde, die zu 70 % von Wasser bedeckt ist, kontrolliert ihre Oberflächentemperatur hauptsächlich durch Verdunstung, Konvektion und vor allem durch den Wolkenbedeckungsgrad. Nach F. Vahrenholt sind nur 20 % der Erd-Erwärmung durch Treibhausgase aber 80 % durch die

menschengemachte Verringerung der Wolkendecke verursacht [\(hier\)](#).

Die Bildung von Wolken hängt kritisch von der Existenz von Kondensationskeimen ab, u.a. von den gesundheitsschädlichen Schwefelsäure-Aerosolen, die sich aus Schwefeldioxid bilden. Ihre Entfernung durch die vorgeschriebene Rauchgasentschwefelung seit 1974 hat uns den blauen Himmel zurückgeholt und uns mehr Sonnenstunden und damit höhere Temperaturen aber auch die Hitzewellen beschert. Wer Feinstaub im Vergleich zu Global Warming als das größere Übel betrachtet, muss eben mit den Konsequenzen leben.

Die Bedeutung von Wolken bzw. deren Fehlen lässt sich leicht aufzeigen, wenn man sich die Gebiete mit den bisher höchsten gemessenen Erd-Temperaturen anschaut. In diesen Gebieten gibt es weder Wolken noch größere Mengen an Wasserdampf. Letzteres ist von besonderer Bedeutung für den CO<sub>2</sub>-TH-Effekt, denn erst durch die sogenannte „Wasserdampfrückkopplung“ wird aus dem eigentlich harmlosen Gas eine globale Bedrohung. Merkwürdig ist nur, dass die wärmsten Orte der Welt nicht die feuchten Regenwälder am Äquator, sondern die Trocken- bzw. Wendekreiswüsten in den Subtropen sind.

Der Ort mit der höchsten Bodentemperatur von 70 – 78 °C ist die Dascht-e Kawir Wüste im Iran mit einem jährlichen Niederschlag von < 50 mm [\(hier\)](#).

Das Death Valley ist eine der trockensten Regionen der Erde. Dort erreichte am **10. Juli 1913** die Luft eine Temperatur von 56,7 °C, den höchsten dort jemals gemessenen Wert [\(hier\)](#). Antriebe für diese Temperaturen sind natürlich die Nähe zum Äquator, der klare Himmel mit den maximal möglichen Sonnenstunden und ein trockener Boden ohne Wasserverdunstung. Aber auch die Fallwinde, die einer Kühlung durch Konvektion entgegen wirken.

In Gegenwart großer Mengen an Wasserdampf sehen die Temperaturen ganz anders aus. So sind die Tageshöchstwerte in den tropischen Regenwäldern trotz ihrer Nähe zum Äquator und ihrer hohen Luftfeuchtigkeit nur etwa 30 °C [\(hier\)](#). Da feuchte Luft aufgrund ihrer geringen Dichte die Konvektion verstärkt, führt dieser besonders starke Auftrieb zu einer Klimastabilität in den Tropen. Bei Klimaerwärmung kommt es zu einer sogenannten tropischen Dämpfung. Als Folge des Auftriebs in den Tropen entstehen in den Subtropen trockene Fallwinde. Diese erzeugen zusätzliche Gebiete mit klarem Himmel, so dass die langwellige Strahlung effizienter in den Weltraum emittiert werden kann [\(hier\)](#).

Allerdings muss man hier einräumen, dass in den Tropen neben der

Verdunstungskälte auch die Wolkenbildung und die dadurch verringerte Sonneneinstrahlung sowie die nahezu täglichen Regenfälle für die gemäßigten Tag-Nacht-Temperaturen zwischen 25 und 30 °C verantwortlich sind.

Die Ozeane können mit den Temperaturen der Trockenwüsten nicht mithalten. Der wärmste von ihnen, der Indische Ozean kommt auf maximal 28 °C (Stand 2021) ([hier](#)). Das liegt nicht nur an seiner gewaltigen Wärmekapazität und der thermohalinen Zirkulation (Meeresströmungen, die warme und kalte Ozeane miteinander verbinden, die auch als globales Förderband bezeichnet werden). Vor allem liegt es aber an seiner Verdunstungskühlung, die zu Wolkenbildung und Niederschlägen führen. Wenn der Mensch hier eingreift, z.B. mit wohlgemeinten Maßnahmen zur Luftreinheit, richtet er beim Klima mehr Schaden an als durch die Freisetzung von CO<sub>2</sub> ([hier](#), [hier](#)).

Und im Übrigen, sehr geehrter Herr António Guterres, siedet reines Wasser bei Normaldruck erst bei 100 °C und salzhaltiges Ozean-Wasser sogar noch etwas höher. Ein kochendes Zeitalter ist somit vollkommen ausgeschlossen, selbst wenn der Indische Ozean noch 1 oder 2 Grad wärmer werden sollte, – da ist die Physik unerbittlich.

## Referenzen

1. H. Harde, M. Schnell 2025: The Negative Greenhouse Effect Part II: Studies of Infrared Gas Emission with an Advanced Experimental Set-Up, *Science of Climate Change*, Vol. 5.3., pp. 10-34.
2. H. Harde, M. Schnell, 2021: *Verification of the Greenhouse Effect in the Laboratory*, *Science of Climate Change*, Vol. 2.1, 1-33.  
<https://doi.org/10.53234/scc202203/10>
3. M. Schnell, H. Harde, 2025: The Negative Greenhouse Effect Part I: Experimental Studies with a Common Laboratory Set-Up, *Science of Climate Change*, Vol. 5.3., pp. 1-9.
4. H. Harde, 2013: *Radiation and Heat Transfer in the Atmosphere: A Comprehensive Approach on a Molecular Basis*, International Journal of Atmospheric Sciences (Open Access), vol. 2013,  
<http://dx.doi.org/10.1155/2013/503727>
5. T.O. Seim, B.T. Olsen 2023: The Influence of Heat Source IR

Radiation on Black-Body Heating/Cooling with Increased CO<sub>2</sub> Concentration, Atmospheric and Climate Sciences, 13, 240-254.

6. P. Atkins, R. Friedman, 2011: *Molecular Quantum Mechanics*, 5. Edition, Oxford University Press, Oxford, [Schwarzkörperstrahlung | tec-science](#)
7. G. E. Thomas, K. Stamnes, 1999: *Radiative Transfer in the Atmosphere and Ocean*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K., equation 12.19.
8. IPCC Sixth Assessment Report (AR6), 2021: V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani et al.: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
9. H. Schmithüsen, J. Notholt, G. König-Langlo, P. Lemke, T. Jung, 2015: *How increasing CO<sub>2</sub> leads to an increased negative greenhouse effect in Antarctica*, Geophys. Res. Lett., 42, pp. 10, 422–10,428, <https://doi.org/10.1002/2015GL066749>