

# Die nächste große Klima-Angst: Zählung der Todesfälle durch den Klimawandel

geschrieben von Chris Frey | 31. März 2024

**Steve Goreham**

Die nächste große Klima-Angst steht vor der Tür. Befürworter von Maßnahmen zur Klimakontrolle schlagen jetzt vor, dass wir anfangen, die Todesfälle durch den Klimawandel zu zählen. Sie scheinen zu glauben, dass die Menschen, wenn sie täglich die Zahl der Klimatoten sehen, eher geneigt sein werden, Maßnahmen zum Klimawandel zu akzeptieren. Aber es ist nicht einmal klar, dass der derzeitige leichte Anstieg der globalen Temperaturen zu mehr Todesfällen führt.

Im Dezember sprach die ehemalige Außenministerin Hillary Clinton auf der COP28, der 28. Klimakonferenz der Vereinten Nationen, und erwähnte klimabedingte Todesfälle.

„Wir fangen an, aufmerksam zu werden und die klimabedingten Todesfälle zu zählen und zu registrieren“, sagte sie. „Und die bei weitem größte Todesursache ist extreme Hitze“.

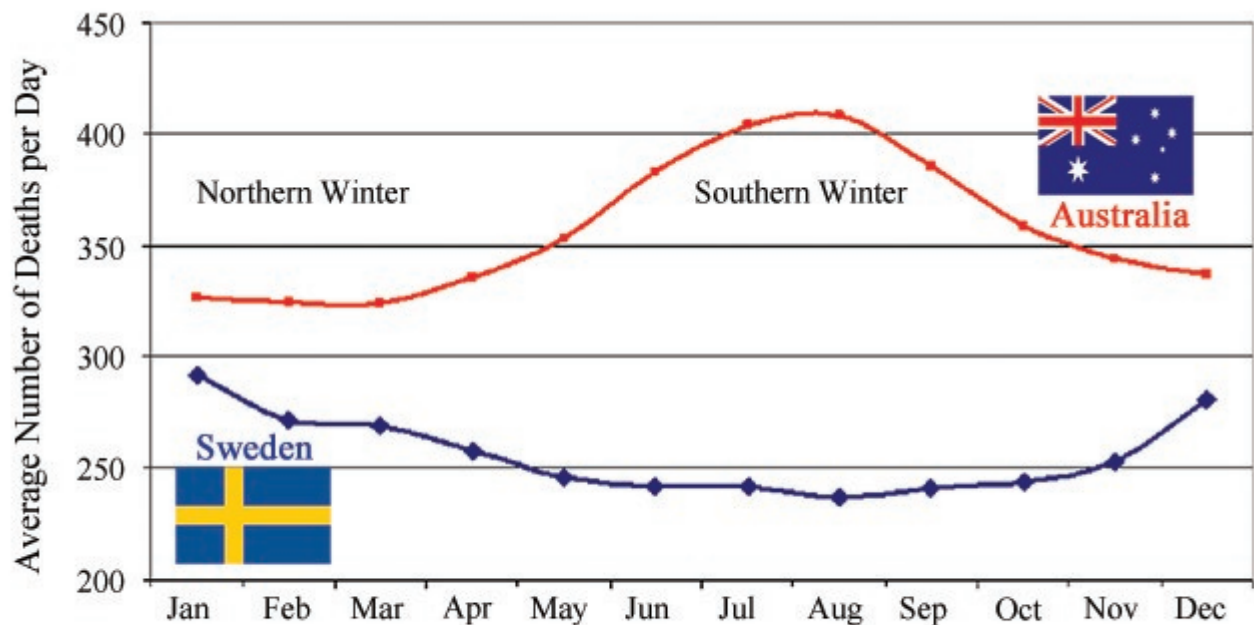
Nach Angaben von Frau Clinton wurden in Europa im Jahr 2023 61.000 Todesfälle durch extreme Hitze verzeichnet, und sie schätzte, dass im vergangenen Jahr weltweit etwa 500.000 Menschen an Hitze starben.

Die globalen Temperaturen sind in den letzten 300 Jahren leicht gestiegen. Nach Schätzungen der NASA, der NOAA und der Climate [Research Unit](#) an der University of East Anglia in UK sind die Temperaturen der Erde in den letzten 140 Jahren um etwas mehr als ein Grad Celsius gestiegen. Aber sind diese höheren Temperaturen für den Menschen schädlich?

Nach Angaben der Centers for Disease Control and Prevention treten die meisten [Grippefälle](#) in den kalten Monaten Dezember bis März in den Vereinigten Staaten auf. Die [Grippesaison](#) in der südlichen Hemisphäre findet in den dortigen kalten Monaten April bis September statt. Die Spitzenmonate für [COVID-19-Infektionen](#) sind in der Regel die kalten Monate des Jahres. In der Regel erkrankten in den kalten Monaten mehr Menschen als in den warmen Monaten.

Auch sterben in den Wintermonaten mehr Menschen als in den Sommermonaten, wie zahlreiche von Fachleuten begutachtete Studien ergeben haben. So [untersuchten](#) beispielsweise Dr. Matthew Falagas vom Alfa Institute of Medical Sciences und fünf weitere Forscher die saisonale Sterblichkeit in 11 Ländern. Die Untersuchung ergab, dass die

durchschnittliche Zahl der Todesfälle in allen Ländern in den kältesten Monaten des Jahres am höchsten ist.



Temperature-Related Deaths in Australia and Sweden (Falagas, 2009)  
*The Mad, Mad, Mad World of Climatism, Chapter 8*

Der verstorbene Dr. William Keating [untersuchte](#) temperaturbedingte Todesfälle in sechs europäischen Ländern bei Menschen zwischen 65 und 74 Jahren. Er kam zu dem Schluss, dass die Zahl der Todesfälle im Zusammenhang mit niedrigen Temperaturen neunmal höher ist als die der Todesfälle im Zusammenhang mit hohen Temperaturen. Dr. Bjorn Lomborg, Präsident des Copenhagen Consensus Center, wies darauf hin, dass eine moderate globale Erwärmung die menschliche Sterblichkeit wahrscheinlich [verringern](#) wird.

Dennoch veröffentlichte Dr. Colin J. Carlson von der Georgetown University am 30. Januar einen [Artikel](#) in Nature Medicine mit dem Titel [übersetzt] „Nach Millionen vermeidbarer Todesfälle muss der Klimawandel wie ein gesundheitlicher Notfall behandelt werden“. Carlson behauptet, dass der Klimawandel seit dem Jahr 2000 etwa 166.000 Todesfälle pro Jahr verursacht hat, also fast vier Millionen kumulierte Todesfälle.

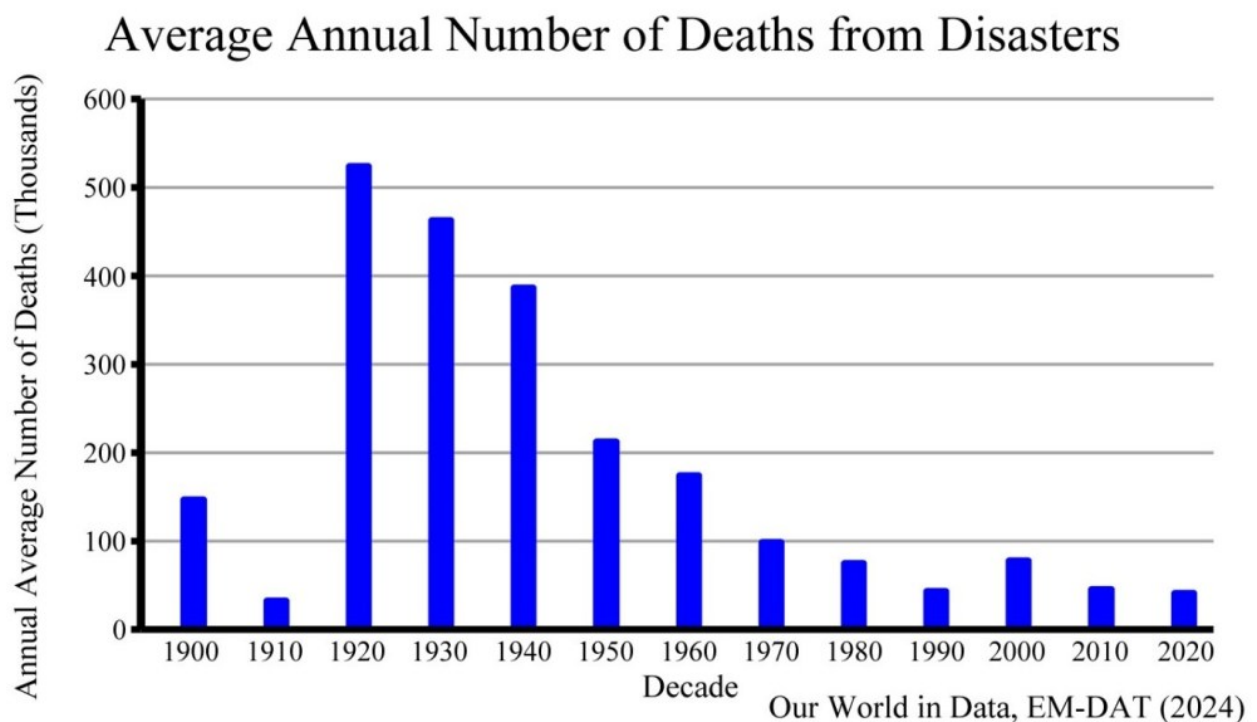
Carlson räumt ein, dass die meisten dieser Todesfälle auf Malaria in Afrika südlich der Sahara oder auf Unterernährung und Durchfallerkrankungen in Südasien zurückzuführen sind. Aber er behauptet weiter, dass auch Todesfälle aufgrund von Naturkatastrophen und sogar Herz-Kreislauf-Erkrankungen dem Klimawandel zugeschrieben werden sollten. Wenn der Tod durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen als Klimatod gezählt werden kann, dann kann fast jeder Tod dazu gezählt werden.

Die Fakten stützen diese Behauptungen über den Klimatod nicht. Malariaerkrankungen haben die Menschheit im Laufe der Geschichte immer

wieder geplagt, auch wenn die Temperaturen niedriger waren als heute. Dr. Paul Reiter, medizinischer Entomologe am Institut Pasteur in Paris, [weist](#) darauf hin, dass Malaria in England vor 400 Jahren während des kälteren Klimas der kleinen Eiszeit endemisch war. In der Sowjetunion traten in den 1920er Jahren schätzungsweise 13 Millionen Malariafälle auf, davon 30.000 in Archangelsk, einer Stadt in der Nähe des Polarkreises.

Die Unterernährung ist während der sanften Erwärmung des letzten Jahrhunderts zurückgegangen. In den frühen 1900er Jahren [starben](#) weltweit bis zu 10 Millionen Menschen pro Jahrzehnt an einer Hungersnot. Heute ist die Zahl der Hungertoten weltweit auf unter 500.000 Menschen pro Jahrzehnt gesunken. Etwa 10 % der Weltbevölkerung sind heute unterernährt, aber das ist ein Rückgang von etwa 25 % im Jahr 1970.

Auch die Zahl der Todesfälle durch Naturkatastrophen ist im Zuge der Erwärmung im letzten Jahrhundert zurückgegangen. Laut EM-DAT, der internationalen Datenbank für Katastrophen, ist die Zahl der [Todesfälle](#) durch Katastrophen wie Stürme, Hungersnöte, Erdbeben, Dürren und Überschwemmungen in den letzten 100 Jahren um mehr als 90 % gesunken.



Da die Zahl der Todesfälle durch Naturkatastrophen und Hungersnöte rückläufig ist und bei höheren Temperaturen weniger Menschen sterben, sind die Argumente für eine Zählung der Todesfälle durch die globale Erwärmung bestenfalls schwach. Man sollte jedoch nicht unterschätzen, dass Klimaalarmisten durch Manipulationen der Daten Angst schüren können.

*This piece originally appeared at [Washington Examiner](#) and has been republished here with permission.*

Steve [Goreham](#) is a speaker on energy, the environment, and public policy and the author of the new bestselling book *Green Breakdown: The Coming Renewable Energy Failure*.

Link:

<https://cornwallalliance.org/2024/03/the-next-big-climate-scare-counting-climate-change-deaths/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE

---

# Woher kommt der Strom? Fast die komplette Woche Import

geschrieben von AR Göhring | 31. März 2024

## 11. Analysewoche 2024 von Rüdiger Stobbe

Fast die komplette Woche wird Strom aus dem benachbarten Ausland importiert. Nur am Donnerstag gab es eine längere Unterbrechung, die 14 Stunden dauerte. An diesem [Chart](#) erkennt man sehr gut, dass die Preislinie dem Stromimport folgt. Selbstverständlich mit den für bestimmte Tageszeiten typische Nachfrageschwanken. Da wäre die Nachtzeit, die nachfragearm ist und deshalb zu tieferen Preisen führt als am frühen Vormittag und besonders am späten Nachmittag, dem Vorabend/Abend. Zeiträume, die in aller Regel nachfragestark sind. Danach sinkt der Strompreis wieder. Verfolgen Sie mit der Maus oder mit dem Zeigefinger die gestrichelte Preislinie. Tag, Uhrzeit, Importmenge netto und Preis werden gleichzeitig angezeigt. Es kommt sehr selten vor, dass Strom ausschließlich im- oder exportiert wird.

Diese von mir ausgewertete Tabelle der Bundesnetzagentur schlüsselt den Im- und Export für den analysierten Zeitraum in der Originalauflösung auf. Die Salden, die von mir erstellt wurden, sind die grünen Werte, die Sie in der [Tabelle von Stromdaten.info](#) finden.

Eine Besonderheit und ein Alleinstellungsmerkmal ist die Tatsache, dass bei Stromdaten.info per Mausklick zwischen den Daten gewechselt werden kann, die die Bundesnetzagentur bei smard.de oder Agora Energiewende beim Agorameter für die Darstellungen in Sachen Strom nutzen. So können allfällige Unterschiede sichtbar gemacht werden. Im Bereich Import/Export ist dieser Vergleich nicht mehr möglich. Stromdaten.info verarbeitet hier nur noch die Daten, die von der Bundesnetzagentur geliefert werden. Um die Vergleichbarkeit herzustellen, wurde bisher auf

die Berechnungsmethodik von Agora Energiewende mit weniger Parametern zurückgegriffen. Ab sofort wird allein das umfassendere Datenmaterial der Bundesnetzagentur verarbeitet. Das hat Einfluss auf die Strompreisbildung beim Im- und Export. Es kommt zu Unterschieden zu früheren Analysen. Bleibt die Kernfrage: Warum importiert Deutschland Strom aus dem benachbarten Ausland? Die Antwort des Mainstreams lautet: Weil er günstiger ist als selbst produzierter Strom. Beispiel:

Die Antwort bei [E-fahrer.com](https://www.e-fahrer.com) lautet: Dass dennoch Strom importiert wird, hat einen einfachen Grund: **Der importierte Strom ist günstiger als die Produktion im Inland.** Exakt berechnen lassen sich die Kosten nicht, weil die Verträge mit unterschiedlichem Vorlauf geschlossen werden und die genauen Preise nicht bekannt sind. Die Bundesnetzagentur hat die Importkosten aber näherungsweise ermittelt, indem sie die stündlich gehandelten Strommengen mit den stündlichen Preisen für eine Stromlieferung am Folgetag (dem sogenannten Day-Ahead-Preis) multipliziert hat.

Dabei zeigt sich, dass Deutschland von Mai bis September dieses Jahres für Stromimporte rund 2,4 Milliarden Euro bezahlt und durch Exporte rund 0,3 Milliarden Euro eingenommen hat. Insgesamt ergeben sich damit Kosten von 2,1 Milliarden Euro; im gleichen Zeitraum des Vorjahres lagen diese nur bei 0,7 Milliarden Euro. **Die Kosten pro Kilowattstunde importiertem Strom lagen dabei im Schnitt bei 10 Cent.** Und das ist weniger als die Produktionskosten in deutschen Kohlekraftwerken: In Steinkohlekraftwerken fielen im Juli nach Angaben des Fraunhofer ISE allein für Brennstoff und CO<sub>2</sub>-Zertifikate pro Kilowattstunde über 14 Cent pro Kilowattstunde an; in Braunkohlekraftwerken sind es gut 12 Cent. ([Quelle](#))

Wobei der fettgedruckte Satz bezogen auf die Stromproduktionskosten insgesamt sicher korrekt ist. Der tatsächliche Preis aber wird entweder über vertragliche Regelungen oder an der Strombörse festgelegt. Dieser kann unter den Gestehungskosten gesamt der Stromproduzenten oder gar im negativen Bereich liegen. Hinzu kommt, dass die Werte von Prof. Burger, dem „geistigen Vater“ der Energy-Charts angezweifelt werden:

Energieexperte Bruno Burger vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme erklärt [auf der Plattform X](#), dass Deutschland 2023 insgesamt 69,3 Terawattstunden Strom importierte und 60,1 Terawattstunden exportierte. Im Saldo bedeutet das einen **Importüberschuss von nur 9,2 Terawattstunden**, was lediglich 1,9 Prozent des gesamten Stromverbrauchs von 494,2 Terawattstunden entspricht. Diese Zahlen verdeutlichen, dass der Importüberschuss geringer ist als oft angenommen. Prof. Burgers Quelle ist diese [Pressemitteilung](#) des Statistischen

Bundesamts.

Nach meiner Einschätzung ist ein Aspekt wichtig. Durch die Stromimporte werden die Kosten komplett auf den Stromverbraucher übertragen. Die konventionellen Stromproduzenten sparen Ressourcen jeglicher Art. Sie haben keinerlei Ausgaben und tragen mit ihrer Nichtproduktion auch noch zu einem 'Scheinanstieg' der „Erneuerbaren“ bei. Je weniger Strom konventionell erzeugt wird, desto höher wird der prozentuale Anteil der regenerativen Stromerzeugung. Hinzu kommt, dass durch eine starke Nachfragesituation (Der Stromimport übersteigt den Export) das Preisniveau angehoben wird.

Es ist offensichtlich eine Tatsache, dass der reine Importstrompreis in aller Regel günstiger ist als die Stromeigenerzeugung in Deutschland. Allerdings muss der Exportpreis, der Wert, der dem Stromkunden gutgeschrieben wird, wenn in Deutschland erzeugter Strom in's benachbarte Ausland verkauft wird, bei der Bilanz berücksichtigt werden. So kann der „echte“ Preis für den Stromkunden ermittelt werden.

## Wochenüberblick

**Montag, 11.3.2024 bis Sonntag, 17.3.2024: Anteil Wind- und PV-Strom 46,4 Prozent.** Anteil regenerativer Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **59,5 Prozent**, davon Windstrom 34,1 Prozent, PV-Strom 12,3 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 13,2 Prozent.

- Regenerative Erzeugung im Wochenüberblick [11.3.2024 bis 17.3.2024](#)
- Die [Strompreisentwicklung](#) in der 11. Analysewoche 2024.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der [Stromdateninfo-Wochenvergleich](#) zur 11. Analysewoche ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zur 11. KW 2024: [Factsheet KW 11/2024](#) – [Chart](#), [Produktion](#), [Handelswoche](#), [Import/Export/Preise](#), [CO2](#), [Agora-Chart 68 Prozent Ausbaugrad](#), [Agora-Chart 86 Prozent Ausbaugrad](#).

- [Video-Schatz](#) aus dem Jahr 2007 zum Klimawandel. – [Interview mit Rüdiger Stobbe](#) zum Thema Wasserstoff plus Zusatzinformationen – [Weitere Interviews](#) zu Energiethemen
- Viele weitere [Zusatzinformationen](#)
- Achtung: Es gibt aktuell praktisch keinen überschüssigen PV-Strom (Photovoltaik). Ebenso wenig gibt es überschüssigen Windstrom. Auch in der Summe der Stromerzeugung mittels beider Energieträger plus Biomassestrom plus Laufwasserstrom gibt es keine Überschüsse. Der [Beleg 2022](#), der [Beleg 2023/24](#). Überschüsse werden bis auf wenige Stunden immer konventionell erzeugt!

**Jahresüberblick 2024 bis zum 17. März 2024**



Daten, Charts, Tabellen & Prognose zum [bisherigen Jahr 2024](#): [Chart 1](#), [Chart 2](#), [Produktion](#), [Stromhandel](#), [Import/Export/Preise/C02](#)

## Tagesanalysen

Was man wissen muss: Die Wind- und PV-Stromerzeugung wird in unseren Charts fast immer „oben“, oft auch über der Bedarfslinie angezeigt. Das suggeriert dem Betrachter, dass dieser Strom exportiert wird. Faktisch geht immer konventionell erzeugter Strom in den Export. Die Chartstruktur zum Beispiel mit dem bisherigen [Jahresverlauf 2024](#) bildet den Sachverhalt korrekt ab. Die konventionelle Stromerzeugung folgt der regenerativen, sie ergänzt diese. Falls diese Ergänzung nicht ausreicht, um den Bedarf zu decken, wird der fehlende Strom, der die elektrische Energie transportiert, aus dem benachbarten Ausland importiert.

Eine große Menge Strom wird im Sommer über Tag mit PV-Anlagen erzeugt. Das führt regelmäßig zu hohen Durchschnittswerten regenerativ erzeugten Stroms. Was allerdings irreführend ist, denn der erzeugte Strom ist ungleichmäßig verteilt.

**[Montag, 11. März 2024](#): Anteil Wind- und PV-Strom 47,7 Prozent.** Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **59,5 Prozent**, davon Windstrom 35,5 Prozent, PV-Strom 12,2 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 11,8 Prozent.

Die [Windstromerzeugung](#) lässt über Tag nach. Der Stromimport wächst. Die [Strompreisbildung](#).

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der [Stromdateninfo-Tagesvergleich](#) zum 11. März ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 11.3.2024:  
[Chart](#), [Produktion](#), [Handelstag](#), [Import/Export/Preise/C02](#) inkl. Importabhängigkeiten.

**[Dienstag, 12.3.2024](#): Anteil Wind- und PV-Strom 21,7 Prozent.** Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **35,6 Prozent**, davon Windstrom 13,7 Prozent, PV-Strom 8,1 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 11,9 Prozent.

[Flaute](#): Wenig Windstrom, kaum PV-Strom. Ganztägiger Stromimport. Die [Strompreisbildung](#)

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der [Stromdateninfo-Tagesvergleich](#) zum 12. März ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 12.3. 2024:

[Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO2](#) inkl.  
Importabhängigkeiten

**Mittwoch, 13. März 2024: Anteil Wind- und PV-Strom 33,3 Prozent.** Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **46,3 Prozent**, davon Windstrom 23,6 Prozent, PV-Strom 9,7 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 13,0 Prozent.

[Etwas mehr Windstrom. Etwas mehr PV-Strom.](#) Weiterhin ganztägiger Stromimport. Die [Strompreisbildung](#).

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der [Stromdateninfo-Tagesvergleich](#) zum 13. März 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 13.3.2024:  
[Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO2](#) inkl.  
Importabhängigkeiten

**Donnerstag, 14. März 2024: Anteil Wind- und PV-Strom 46,5 Prozent.** Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **59,2 Prozent**, davon Windstrom 32,3 Prozent, PV-Strom 14,2 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 12,7 Prozent.

Die [regenerative Stromerzeugung](#) zieht an. Die [Strompreisbildung](#).

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der [Stromdateninfo-Tagesvergleich](#) zum 14. März ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 14.3.2024:  
[Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO2](#) inkl.  
Importabhängigkeiten

**Freitag, 15. März 2024: Anteil Wind- und PV-Strom 61,6 Prozent.** Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **73,5 Prozent**, davon Windstrom 49,5 Prozent, PV-Strom 12,1 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 11,9 Prozent.

Zur [Mittagsspitze](#) erreicht die regenerative Erzeugung fast den Bedarf. Die [Strompreisbildung](#).

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der [Stromdateninfo-Tagesvergleich](#) zum 15. März ab 2016.

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 15.3.2024:  
[Chart, Produktion, Handelstag, Import/Export/Preise/CO2](#) inkl.  
Importabhängigkeiten.

**Samstag, 16. März 2024: Anteil Wind- und PV-Strom 63,6 Prozent.** Anteil



erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **76,4 Prozent**, davon Windstrom 53,6 Prozent, PV-Strom 9,9 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 12,8 Prozent.

[Heute ist es soweit](#). Über die Mittagsspitze erreichen die „Erneuerbaren“ den Bedarf und übertreffen ihn. Die [Strompreisbildung](#) ist entsprechend.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der [Stromdateninfo-Tagesvergleich](#) zum 16. März ab 2016.

Daten, Tabellen & Prognosen zum 16.3.2024:

[Chart](#), [Produktion](#), [Handelstag](#), [Import/Export/Preise/C02](#) inkl. Importabhängigkeiten

Sonntag, 17. März 2024: **Anteil Wind- und PV-Strom 46,5 Prozent**. Anteil erneuerbare Energieträger an der Gesamtstromerzeugung **63,5 Prozent**, davon Windstrom 24,5 Prozent, PV-Strom 22,0 Prozent, Strom Biomasse/Wasserkraft 17,0 Prozent.

Belege für Werte und Aussagen im Text oben, viele weitere Werte sowie Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten bietet der [Stromdateninfo-Tagesvergleich](#) zum 17. März ab 2016.

Über Tag lässt die Windstromerzeugung [per Delle](#) nach. Die [Strompreisbildung](#).

Daten, Charts, Tabellen & Prognosen zum 17.2.2024:

[Chart](#), [Produktion](#), [Handelstag](#), [Import/Export/Preise/C02](#) inkl. Importabhängigkeiten

Die bisherigen Artikel der Kolumne *Woher kommt der Strom?* mit jeweils einem kurzen Inhaltsstichwort finden Sie [hier](#). Noch Fragen? Ergänzungen? Fehler entdeckt? Bitte Leserpost schreiben! Oder direkt an mich persönlich: [stromwoher@mediagnose.de](mailto:stromwoher@mediagnose.de). Alle Berechnungen und Schätzungen durch Rüdiger Stobbe und Peter Hager nach bestem Wissen und Gewissen, aber ohne Gewähr.

***Rüdiger Stobbe war 30 Jahre in der Versicherungswirtschaft tätig.***

---

## **EIKE wünscht allen Lesern frohe Ostern!**

geschrieben von Admin | 31. März 2024

EIKE wünscht allen Leser ein frohes Osterfest und viele glückliche

Gedanken. Es wird alles gut werden. Das ist die Osterbotschaft.

---

## Weitere Fragen an ChatGPT

geschrieben von Chris Frey | 31. März 2024

**Prof. Dr. Klaus-D. Döhler**

**Ich habe heute dem künstlichen Intelligenzprogramm ChatGPT einige Fragen zum Thema CO<sub>2</sub> gestellt. Bei richtiger Fragestellung erhält man durchaus sinnvolle Antworten:**

**Frage an ChatGPT: Warum werden Aquarien mit CO<sub>2</sub> begast?**

**ChatGPT:** Aquarien werden oft mit CO<sub>2</sub> begast, um den Pflanzen im Aquarium zusätzliches Kohlendioxid zur Verfügung zu stellen. Kohlendioxid ist ein wichtiger Nährstoff für Pflanzen, der ihnen hilft, durch Photosynthese zu wachsen und Sauerstoff zu produzieren. Durch das Zuführen von CO<sub>2</sub> können Aquariumpflanzen gesünder wachsen und die Wasserqualität verbessern.

**Frage an ChatGPT: Warum gäbe es ohne CO<sub>2</sub> kein Leben auf der Erde?**

**ChatGPT:** Ohne CO<sub>2</sub> gäbe es kein Leben auf der Erde, weil Kohlendioxid eine wesentliche Rolle im Kreislauf des Lebens spielt. Pflanzen benötigen CO<sub>2</sub> für die Photosynthese, bei der sie Kohlenhydrate produzieren und Sauerstoff freisetzen. Sauerstoff ist wiederum für die Atmung von Tieren, einschließlich Menschen, essentiell. Der Kohlenstoff, der durch die Photosynthese in Pflanzen eingefangen wird, gelangt in die Nahrungsketten und -netze und bildet die Grundlage für das gesamte Ökosystem. Ohne CO<sub>2</sub> würde dieser lebenswichtige Prozess zum Stillstand kommen, und das Leben, wie wir es kennen, könnte nicht existieren.

**Frage an ChatGPT: Welche Stoffwechselvorgänge stimuliert CO<sub>2</sub> im menschlichen Körper?**

**ChatGPT:** CO<sub>2</sub> spielt eine wichtige Rolle im Stoffwechsel des menschlichen Körpers, insbesondere im Zusammenhang mit der Regulation des pH-Werts im Blut und Gewebe. Wenn CO<sub>2</sub> im Körper entsteht, reagiert es mit Wasser, um Kohlensäure zu bilden, was wiederum den pH-Wert beeinflusst. Dieser pH-Wert ist entscheidend für die normale Funktion von Enzymen und anderen biochemischen Prozessen im Körper.

Des Weiteren spielt  $\text{CO}_2$  eine wichtige Rolle bei der Regulation der Atmung. Ein Anstieg des  $\text{CO}_2$ -Gehalts im Blut stimuliert die Atmung, was dazu führt, dass mehr  $\text{CO}_2$  aus dem Körper entfernt wird, um einen normalen pH-Wert aufrechtzuerhalten und eine Ansammlung von  $\text{CO}_2$  im Blut zu verhindern.

Darüber hinaus ist  $\text{CO}_2$  an anderen Stoffwechselprozessen beteiligt, wie z. B. der Regulation des Hämoglobins im Blut, das Sauerstoff transportiert, sowie bei der Regulation des Säure-Basen-Haushalts und der Durchblutung.

### **Frage an ChatGPT: Kann der Mensch ohne $\text{CO}_2$ überleben?**

**ChatGPT:** Nein, der Mensch kann nicht ohne  $\text{CO}_2$  überleben.  $\text{CO}_2$  ist ein natürliches Produkt des Stoffwechsels im menschlichen Körper. Es entsteht als Nebenprodukt bei verschiedenen Stoffwechselprozessen, insbesondere bei der Atmung und der Energiegewinnung aus Nährstoffen. Der Körper muss das produzierte  $\text{CO}_2$  durch die Atmung aus dem Körper entfernen, da eine Ansammlung von  $\text{CO}_2$  im Blut zu einer Verschiebung des Säure-Basen-Gleichgewichts und letztendlich zu lebensbedrohlichen Zuständen führen kann. Also ist  $\text{CO}_2$  für den menschlichen Organismus unerlässlich, aber eine übermäßige Ansammlung kann gefährlich sein.

### **Frage an ChatGPT: Was würde passieren, wenn man alles $\text{CO}_2$ aus der Luft entfernt?**

**ChatGPT:** Wenn man alles  $\text{CO}_2$  aus der Luft entfernen würde, hätte dies schwerwiegende Auswirkungen auf das Leben auf der Erde. Hier sind einige mögliche Folgen:

1. **\*Treibhauseffekt und Klima\*:**  $\text{CO}_2$  ist ein Treibhausgas, das zur Erwärmung der Erdatmosphäre beiträgt. Ohne  $\text{CO}_2$  würde der Treibhauseffekt stark abnehmen, was zu extremen Temperaturschwankungen führen könnte.
2. **\*Pflanzenwachstum\*:** Pflanzen benötigen  $\text{CO}_2$  für die Photosynthese, bei der sie Kohlenhydrate produzieren und Sauerstoff abgeben. Ohne  $\text{CO}_2$  würden Pflanzen nicht mehr in der Lage sein, zu wachsen, und das Ökosystem würde zusammenbrechen.
3. **\*Ozeanversauerung\*:** Ein erheblicher Teil des von Menschen emittierten  $\text{CO}_2$  wird von den Ozeanen aufgenommen. Ohne  $\text{CO}_2$  in der Atmosphäre würde der Ozean weniger  $\text{CO}_2$  aufnehmen, was zu einer geringeren Versauerung führen könnte. Dies hätte jedoch auch komplexe Auswirkungen auf marine Lebensräume und Organismen.

4. **\*Atmung\***: Menschen und andere Tiere produzieren CO<sub>2</sub> als Nebenprodukt ihres Stoffwechsels. Ohne CO<sub>2</sub> in der Luft könnten Tiere nicht normal atmen und würden ersticken.

Insgesamt würde das Entfernen von CO<sub>2</sub> aus der Luft dramatische Veränderungen auf der Erde zur Folge haben und könnte das Leben, wie wir es kennen, unmöglich machen.

**Frage an ChatGPT:** Ich frage mich seit geraumer Zeit, weshalb die Vereinten Nationen, die Europäische Union und die deutsche Bundesrepublik durch das Entfernen von CO<sub>2</sub> aus der Luft das Leben, wie wir es kennen, unmöglich machen wollen.

**Jetzt hat ChatGPT gemerkt worauf ich hinaus will, nämlich ChatGPT dazu zu bringen, die Bekämpfung von CO<sub>2</sub> als kontraproduktiv für das Leben auf der Erde zu akzeptieren. Ab jetzt antwortet mir ChatGPT nicht länger wahrheitsgemäß, sondern mit den Standardfloskeln der Klima-Alarmisten:**

**ChatGPT:** Es ist wichtig zu verstehen, dass die Vereinten Nationen, die Europäische Union und die deutsche Bundesrepublik sich eher darauf konzentrieren, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren, anstatt CO<sub>2</sub> aus der Luft zu entfernen. Der Hauptgrund dafür ist, dass CO<sub>2</sub> als Haupttreibhausgas identifiziert wurde, das maßgeblich zum Klimawandel beiträgt. Der Klimawandel hat bereits erhebliche Auswirkungen auf das Leben auf der Erde, darunter Extremwetterereignisse, steigende Meeresspiegel, Verlust von Biodiversität und vieles mehr. Die Bemühungen zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen sind darauf ausgerichtet, diese Auswirkungen zu begrenzen und die negativen Folgen des Klimawandels einzudämmen.

Es gibt verschiedene Ansätze zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen, darunter die Förderung erneuerbarer Energien, Energieeffizienzmaßnahmen, die Förderung nachhaltiger Landwirtschaftspraktiken und die Einführung von Technologien zur Kohlenstoffabscheidung und -speicherung. Einige Organisationen und Regierungen könnten auch über Möglichkeiten zur direkten Entfernung von CO<sub>2</sub> aus der Luft nachdenken, aber dies wird normalerweise als ergänzende Maßnahme betrachtet, nicht als Hauptstrategie.

Es ist wichtig, den Klimawandel als eine der größten Herausforderungen unserer Zeit anzuerkennen und gemeinsam Maßnahmen zu ergreifen, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren und eine nachhaltige Zukunft zu schaffen.

**Prof. Dr. Klaus-D. Döhler, Hannover, 27.03.2024**

---

# Gibt es einen Atmosphärischen Treibhauseffekt? – Teil 2

geschrieben von Admin | 31. März 2024

Hermann Harde, Michael Schnell

## Experimente mit Treibhausgasen

### 1. Versuchsaufbau für Messung mit Treibhausgasen

Im Ersten Teil des Artikels „Gibt es einen Atmosphärischen Treibhauseffekt“ wurde eine einfache Apparatur vorgestellt, die sich von einem Styroporblock in einen Strahlungskanal mit verschiedenen Oberflächenbeschichtungen umwandeln lässt. Mittelpunkt der Untersuchungen war eine heizbare, warme Platte, die gleichzeitig als Wärmequelle und Sensor fungierte. Es konnte nachgewiesen werden, dass rund 70 % der elektrischen Heizleistung durch Strahlungsaustausch und 30 % durch Wärmeleitung von der warmen Platte abgeführt werden.

Der neue Versuchsaufbau besitzt einen wesentlich größeren Strahlungskanal aus poliertem Aluminium als Behälter für die untersuchten Gase. Ähnlich wie beim vorherigen Aufbau befinden sich zwei Platten an beiden Enden des Strahlungskanals, eine obere Platte mit der Fläche  $A_E$ , im weiteren als Erdplatte bezeichnet, die auf 30 °C erwärmt wird, und eine gekühlte Platte am Boden (Atmosphärenplatte, Atm-Platte), die auf -11,4 °C stabilisiert ist. Die Erdplatte befindet sich in einer Kuppel, die von außen mit warmen Wasser auf 30 °C erwärmt wird, wodurch Wärmeleitungsverluste weitgehend ausgeschlossen werden. Der Abstand der Platten beträgt 111 cm. Es werden keine zusätzlichen Lichtquellen im sichtbaren oder IR-Bereich verwendet, sondern nur die von den beiden Platten emittierte und mit den Gasen interagierende Strahlung untersucht (Abb. 1). Für weitere Details, siehe Harde & Schnell 2022 [1, 2].

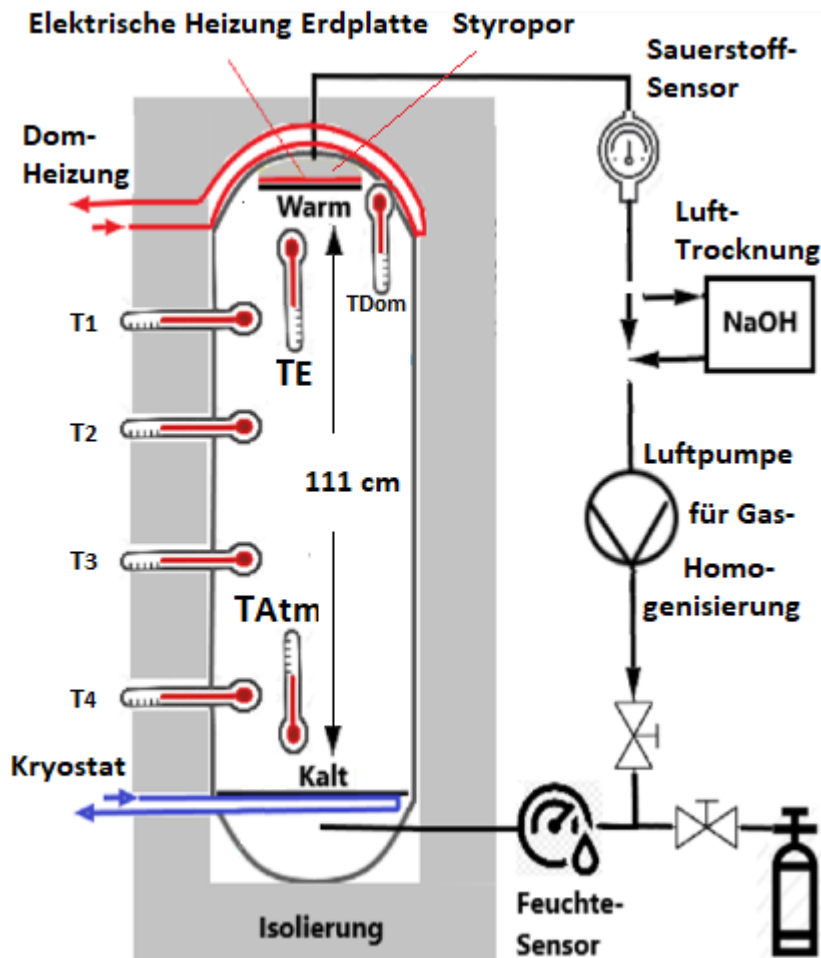


Abb. 1: Versuchsanordnung für die Messung mit Treibhausgasen.

Damit werden Bedingungen für den Strahlungsaustausch ähnlich dem Erde-Atmosphären-System (EASy) mit der wärmeren Erdoberfläche und der kälteren Atmosphäre simuliert. Es werden auch Probleme vermieden, die durch einen unpassenden Spektralbereich einer externen Quelle verursacht werden, durch die viel Abwärme im Behälter und an Fenstern erzeugt wird, die aber nur schlecht an die Absorptionsbanden der Treibhaus-Gase (TH-Gase) angepasst ist und hierdurch die Messempfindlichkeit deutlich verringert.

Für ein Probegas im Behälter ist die beheizte Erdplatte gleichzeitig IR-Strahlungsquelle und empfindlicher Detektor für die Rückstrahlung von TH-Gasen. Auf diese Weise wird die reine Strahlungswirkung der Gase als direkte Temperaturerhöhung  $\Delta T_E$  der Erdplatte oder alternativ, bei stabilisierter (konstanter) Temperatur  $T_E$ , die Leistungseinsparung der Plattenheizung  $\Delta H_E$  bzw. die zugehörige Heizintensität  $\Delta I_H = \Delta H_E / A_E$  gemessen.

Dieser Aufbau ermöglicht weitgehend, Konvektion oder Wärmeleitung zu eliminieren und damit den direkten Einfluss von TH-Gasen unter ähnlichen Bedingungen wie in der unteren Troposphäre reproduzierbar zu



untersuchen. Eine spürbare Beeinflussung durch Wärmeleitung kann durch Kontrollexperimente mit Edelgasen ausgeschlossen werden [1, 2].

## 2. Einige physikalische Grundlagen

### 2.1 Spektrale Absorption und Emission

In guter Näherung kann angenommen werden, dass die Erdoberfläche, oder hier die geschwärzte Erdplatte und auch die Atm-Platte, als schwarze Körper mit einer Planck-Verteilung strahlen, die nur durch die Temperatur des Körpers bestimmt wird. Auf einer Wellenlängenskala erstreckt sich das jeweilige Spektrum von etwa  $4\text{ }\mu\text{m}$  bis in den cm-Bereich, in reziproken Wellenlängen  $1/\lambda$  als Wellenzahlen (Einheiten:  $\text{cm}^{-1}$ ) von 10 bis  $2.500\text{ cm}^{-1}$ .

#### a) Strahlung von Warm nach Kalt (Vorwärts-Strahlung)

Abb. 2 zeigt das emittierte Spektrum der Erdplatte für  $T_E = 30\text{ }^\circ\text{C}$  (Rot). Anders als Stickstoff, Sauerstoff oder Edelgase können die TH-Gase Strahlung in diesem Spektralbereich absorbieren, aber bei ausreichender Temperatur des Gases auch emittieren. Für  $\text{CO}_2$  z. B. findet die dominierende Wechselwirkung auf den Rotations-Vibrations-Übergängen der Knickschwingung um  $670\text{ cm}^{-1}$  statt ( $15\text{ }\mu\text{m}$ ).

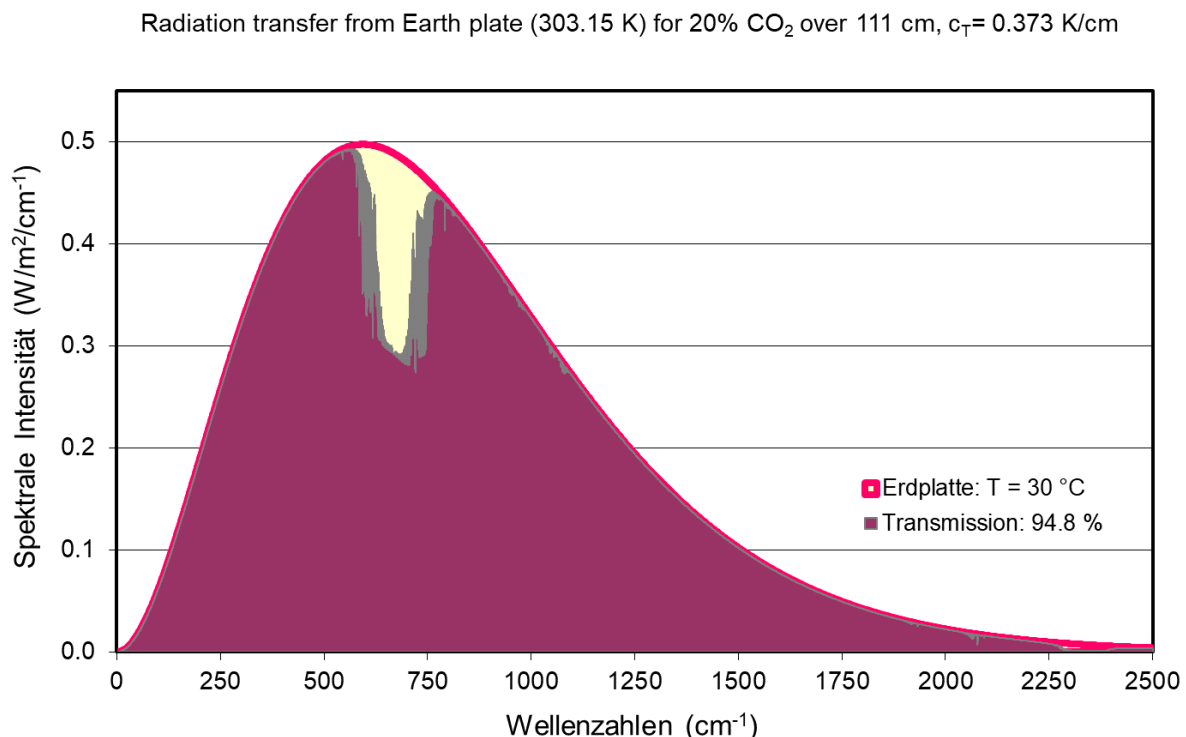


Abb. 2: Strahlungs-Transfer-Rechnung für 20 %  $\text{CO}_2$  in trockener Luft über 111 cm bei einem Temperaturgradienten von  $-0,373\text{ }^\circ\text{C/cm}$ . Schwarzkörperstrahlung der Platte  $P_E$  ( $T_E = 30\text{ }^\circ\text{C}$ ) (Rot Gelb), durchgelassene spektrale Intensität (Dunkelrot u. Grau).

Aufgrund dieser Wechselwirkung zeigt sich als Nettoeffekt, dass die spektrale Intensität auf dem Weg von der warmen zur kalten Platte über die Absorptionsbande kontinuierlich abgeschwächt wird (Gelb), in den Flanken der Bande durch schwächere Linien entsprechend geringere Verluste erleidet (Grau), dabei aber längst nicht so stark abklingt, wie für eine reine Absorption über diese Länge zu erwarten wäre. Für 20% CO<sub>2</sub> in trockener Luft ergibt sich dabei für die von der Erd-Platte emittierte Strahlung mit einer Gesamtintensität von 479 W/m<sup>2</sup> (Integral über spektrale Intensität) über den Ausbreitungsweg von 111 cm zur Atm-Platte und bei einem Temperaturgefälle von 0,373 °C/cm ( $T_E = 30\text{ °C}$ ,  $T_A = -11,4\text{ °C}$ ) eine Abschwächung um 25,1 W/m<sup>2</sup> oder relativ um 5,2 %. Absorption allein würde zu einer Abnahme um 73,6 W/m<sup>2</sup> (15,2 %) führen.

Solch eine Rechnung erfolgt in der Form, dass die Absorption und Emission in jeweils dünnen Schichten von  $\Delta z = 1\text{ cm}$  ermittelt wird (Strahlungstransfer-(ST)-Rechnung, Schwarzschild-Gleichung). Für jede Schicht müssen hierzu die spektralen Änderungen, in diesem Fall von mehr als 12.000 Linien, mit ihren druck- und temperaturabhängigen Linienbreiten und Absorptions- bzw. Emissionskoeffizienten berechnet werden, um schließlich nach 111 Berechnungsschritten die transmittierte Intensität zu erhalten.

Dieser Strahlungstransfer entspricht Verhältnissen, wie sie von Satelliten-Messungen bekannt sind, die die ins All abgegebene Strahlung aufzeichnen und die durch den typischen Trichter um  $670\text{ cm}^{-1}$  gekennzeichnet sind. In diesem Spektralbereich wird die einfallende Strahlung unter den gegebenen Bedingungen, in der Atmosphäre ebenso wie hier im Laborexperiment, fast vollständig absorbiert, und die beobachtete Intensität resultiert nur aus der thermischen Emission des Gases, das in größeren Höhen oder hier in der Nähe der Atm-Platte bei reduzierter Temperatur entsprechend schwächer strahlt. In diesem Fall absorbiert CO<sub>2</sub> von der Strahlung der P<sub>E</sub>-Platte zunächst 73,6 W/m<sup>2</sup> und emittiert wieder 48,5 W/m<sup>2</sup>, während im Gasvolumen eine Differenz von 25,1 W/m<sup>2</sup> verbleibt.

## **b) Strahlung von Kalt nach Warm (Rückstrahlung)**

Für eine vollständige Strahlungsbilanz ist aber auch die Strahlung in Rückwärtsrichtung von der Atm-Platte zur Erdplatte zu berücksichtigen, die für die hier durchgeführten Untersuchungen zum Treibhaus-Effekt (TH-Effekt) von besonderem Interesse ist. Dies ist in Abb. 3 dargestellt.

Aufgrund des positiven Temperaturgradienten über den Ausbreitungsweg wird jetzt beim Durchqueren der Gasschicht die Strahlung mit einer Anfangsintensität von 266 W/m<sup>2</sup> (Blaue Linie,  $T_A = -11,4\text{ °C}$ ) um 24,2 W/m<sup>2</sup> 'verstärkt', die dem Gasvolumen entnommen werden. Die Eigenstrahlung des Gases in Richtung der wärmeren Erdplatte kann klar als Peak um  $670\text{ cm}^{-1}$  (Dunkelrot mit grauen Flanken) über dem breiteren Spektrum der Atmosphärenplatte identifiziert werden. Auf den stärkeren Linien in der Bandenmitte erreicht die Gasemission bereits volle Sättigung mit

spektralen Intensitäten vergleichbar zu der spektralen Emission der Erdplatte (rote Linie) in diesem Spektralbereich. Die Emission auf den schwächeren Linien ist in Grau dargestellt.

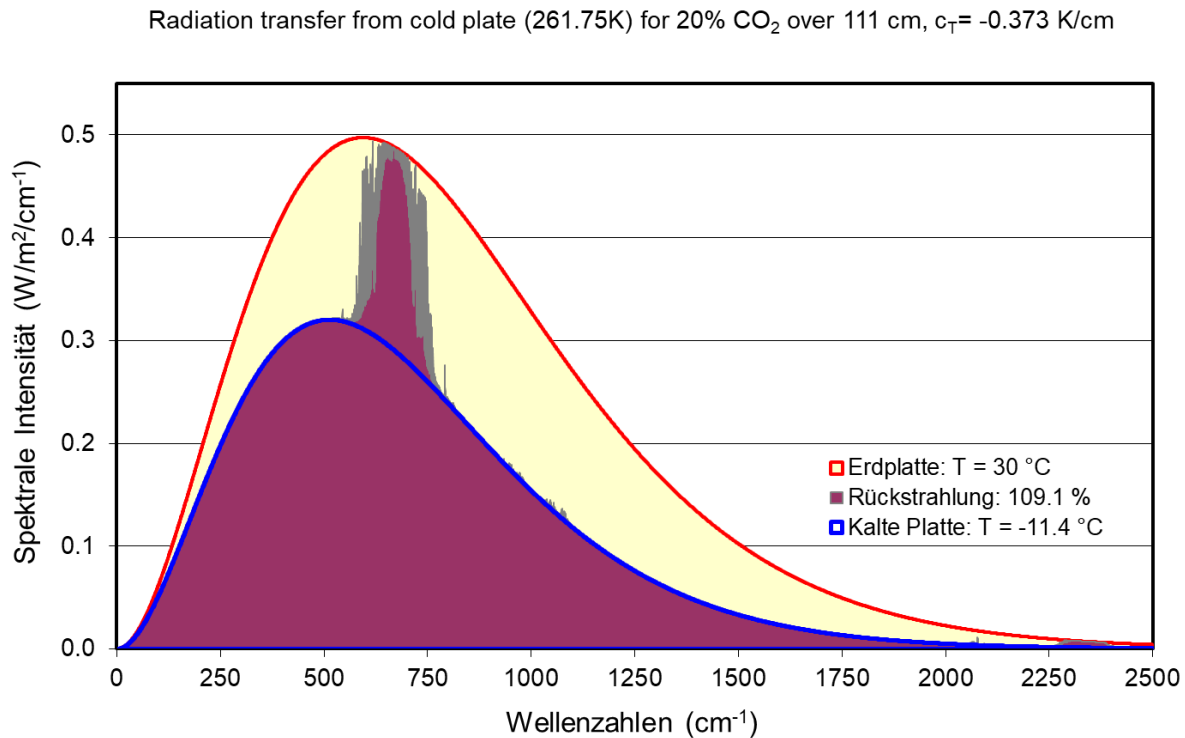


Abb. 3: Strahlungs-Transfer-Rechnung für 20 % CO<sub>2</sub> in Luft über 111 cm für einen Temperaturanstieg von 0,373 °C/cm: Rückstrahlung von Atmosphärenplatte und Gas (Dunkelrot und Grau), Strahlung nur von Atmosphärenplatte (Blaue Linie) und spektrale Intensität der Erdplatte (Rot-Gelb).

Die erhöhte Rückstrahlung ist nahezu identisch mit den Verlusten in Vorwärtsrichtung, so dass innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit die Gesamtbilanz aus Absorption und Emission des Gases Null ist.

Dies ist ein wichtiger Aspekt, der gegen die Messung der Gastemperatur zum Nachweis des TH-Effektes spricht. Dagegen kann mit dem vorgestellten Aufbau die Rückstrahlung der TH-Gase durchaus als Temperaturanstieg  $\Delta T_E$  der Erdplatte klar erfasst werden.

### 3. Einwände gegen den Treibhauseffekt

#### 3.1 Molekülstöße

Einer der häufigsten Einwände gegen den TH-Effekt ist, dass TH-Gase nicht in der unteren Atmosphäre emittieren würden, während sie in der Tropopause und Stratosphäre gute Emittenten sind. Als Erklärung geben Kritiker an, dass in der unteren Troposphäre Kollisionsprozesse mit Stickstoff und Sauerstoff jede spontane Emission unterdrücken und die

absorbierte Energie nur in kinetische Energie und damit in Wärme umgewandelt wird.

Leider wird bei dieser Interpretation übersehen, dass die typischen Stoßraten von mehreren GHz, wie sie in der unteren Atmosphäre beobachtet werden, sich in einer Höhe von 11 km nur um den Faktor 4–5 verringern und daher immer noch etwa 100 Millionen Mal größer als die spontane Übergangsrate von etwa 1 Hz auf der  $\text{CO}_2$ -Biegeschwingung sind. Wenn eine solche Interpretation wahr wäre, gäbe es auch keine Emission in der höheren Atmosphäre.

Vielmehr kommt es auch ohne vorherige Absorption eines IR-Lichtquants zu einer kontinuierlichen Emission, da neben superelastischen Stößen (stoßbedingte Übergänge von einem höheren zu einem tieferen molekularen Zustand) auch inelastische Stöße stattfinden, die dem Gasgemisch kinetische Energie entziehen und diese wieder umwandeln, um die TH-Gasmoleküle anzuregen (Harde 2013 [3], Unterabschnitt 2.3). Dadurch werden tiefer liegende Energieniveaus bei ausreichender thermischer Energie kontinuierlich neu besetzt und die spontane Emission erfolgt weitgehend unabhängig – parallel zu den superelastischen Stößen – als thermische Hintergrundstrahlung (Harde 2013 [3], Abs. 2.5). Diese Emission wird durch die Lufttemperatur vorgegeben und ist der Hauptgrund dafür, dass mit zunehmender Höhe die Strahlungsintensität deutlich abnimmt. So beträgt sie in 11 km Höhe für  $\text{CO}_2$  beispielsweise nur 12 % der Intensität, die in einer 100 m dicken Gasschicht in Bodennähe beobachtet wird.

Stöße (adiabatisch und diabatisch) machen sich vor allem als spektrale Verbreitung der Linien bemerkbar. Aber auf diesen Frequenzen und über längere Weglängen kann die Strahlung die gleiche Stärke wie ein Schwarzkörperstrahler erreichen, und im thermischen Gleichgewicht wird dies hauptsächlich durch die Gastemperatur  $T_g$  gesteuert.

Würden TH-Gase in der unteren Troposphäre nur absorbieren, nicht aber emittieren, würde nicht nur die Rückstrahlung, sondern auch die Aufwärtsstrahlung und damit ein effizienter Wärmetransport nach oben unterdrückt werden. Als Konsequenz könnte sich noch mehr Wärme in den unteren Schichten ansammeln und die Oberfläche stärker aufheizen als jede Rückstrahlung.

### **3.2 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik**

Ein weiterer Einwand ist, dass die Strahlung eines kühleren Körpers nicht von einem wärmeren Körper absorbiert werden kann, da dies gegen den 2. Hauptsatz der Thermodynamik verstoßen würde. Wie bereits in Teil 1 gezeigt [4], wird dies durch die Messungen mit veränderter Temperatur und Oberfläche der kühleren Platte, ebenso wie durch den Demonstrationsversuch mit der Zwischenplatte im Strahlengang klar widerlegt.

Auch Messungen mit dem neuen Aufbau, bei denen die Temperatur der Atm-Platte sukzessive erhöht und die verringerte Heizintensität gemessen wird, bestätigen eindeutig den „gleichzeitigen doppelten Wärmeaustausch durch Strahlung“ (Clausius). In einem geschlossenen System „erfährt der kältere Körper einen Wärmeanstieg auf Kosten des wärmeren Körpers, der wiederum eine langsamere Abkühlungsrate erfährt“. In einem offenen System mit externer Heizung führt die Rückstrahlung des kälteren Körpers klar zu einer höheren Temperatur des wärmeren Körpers als ohne diese Rückstrahlung.

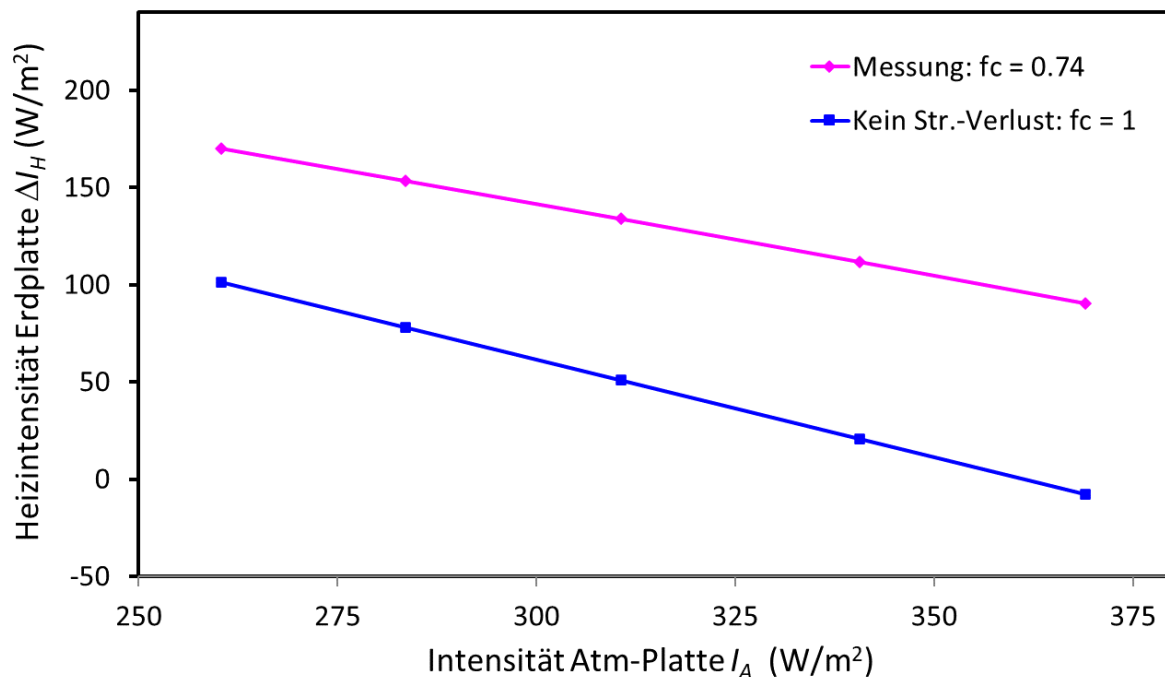


Abb. 4: Gemessene Heizintensität der Erdplatte für eine feste Temperatur  $T_E = 30\text{ °C}$  als Funktion der Strahlungsintensität  $I_A$  der Atm-Platte (Magenta Rhomben). Ebenfalls aufgetragen ist die theoretische Heizintensität für 100 %-ge Strahlungsübertragung (Blaue Quadrate).

Abb. 4 zeigt die Abnahme der Heizintensität  $\Delta I_H$ , wenn die Temperatur der Atm-Platte von  $-12,9$  auf  $+10,9\text{ °C}$  schrittweise erhöht wird. Bei diesen Temperaturerhöhungen steigt zunächst auch die Temperatur der Erdplatte an, was durch eine Verringerung der Heizintensität ausgeglichen wird, bis  $T_E$  wieder  $30\text{ °C}$  beträgt. Auf der Abszisse wird nicht die Temperatur, sondern die Strahlungsintensität  $I_A$  der Atm-Platte (Magenta) gemäß der Stefan-Boltzmann-Gleichung ( $\epsilon = 1$ ) aufgetragen, wodurch eine Korrelation von Heiz- mit Strahlungsleistung ermöglicht wird. Der lineare Verlauf bestätigt einen Wärmetransport fast ausschließlich durch Strahlungstransfer entsprechend dem Stefan-Boltzmann-Gesetz, wobei Konvektion (durch die senkrechte Aufstellung) und Wärmeleitungsverluste

(durch den beheizten Dom) weitgehend ausgeschlossen werden.

Mit einer solchen Messung lassen sich auch die Verluste beim Strahlungsaustausch zwischen Erd- und Atm-Platte direkt bestimmen. Im Idealfall, wenn die Heizintensität nur von der Rückstrahlung der Atm-Platte abhängen würde, müsste der Anstieg der Geraden  $f_c = 1$  sein. Gemessen wird aber ein Anstieg, ein Transmissionsgrad  $f_c$  von 0,74, wodurch nachgewiesen wird, dass die Rückstrahlung nicht nur von der kalten Atm-Platte, sondern auch von der wärmeren Wand des Strahlungskanals verursacht wird. Das ist ein grundsätzliches Problem bei Strahlungskanälen, worauf schon im ersten Teil hingewiesen wurde [4].

Zum Vergleich ist der theoretische Verlauf mit dem Anstieg  $f_c = 1$  dargestellt (Blau), wenn es keine Strahlungsverluste gäbe. Gleichzeitig liefert die reduzierte Heizleistung bei einer beobachteten Temperaturerhöhung eine Eichung für die Temperaturempfindlichkeit der Erdplatte mit  $\lambda_E = 0,083 \text{ °C/W} \cdot \text{m}^2$ .

## 4. Messungen mit Treibhausgasen

Es wurden die TH-Gase  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$  über einen weiten Bereich mit Konzentrationsänderungen bis zum 16-fachen der Ausgangskonzentration untersucht. Unsere Messungen zeigen eine deutliche Reaktion auf die TH-Gase, aber auch eine starke Sättigung im Temperaturanstieg mit zunehmender Konzentration. Und sie stimmen hervorragend mit detaillierten Strahlungstransfer-(ST)-Rechnungen überein.

### 4.1 $\text{CO}_2$ -Messungen

Abb. 5a zeigt den gemessenen Temperaturanstieg  $\Delta T_E$  an der Erdplatte als Funktion der  $\text{CO}_2$ -Konzentration in trockener Luft. Die Konzentration wurde schrittweise von 1,25 % auf 20 % erhöht (Blaue Rauten).

Als direkter Vergleich ist der berechnete Temperaturanstieg  $\Delta T_c = \lambda_E \cdot f_{\text{CO}_2} \cdot \Delta I_{\text{CO}_2}$  (Magenta-Quadrate) aufgetragen, basierend auf einer ST-Rechnung der  $\text{CO}_2$ -Rückstrahlung  $\Delta I_{\text{CO}_2}$  (Grüne Dreiecke), multipliziert mit einem Kalibrierungsfaktor, dem Transmissionsgrad  $f_{\text{CO}_2}$  der von  $P_w$  absorbierten Strahlung, und der separat gemessenen Temperaturempfindlichkeit  $\lambda_E$  der Erdplatte (siehe 3.3.2)



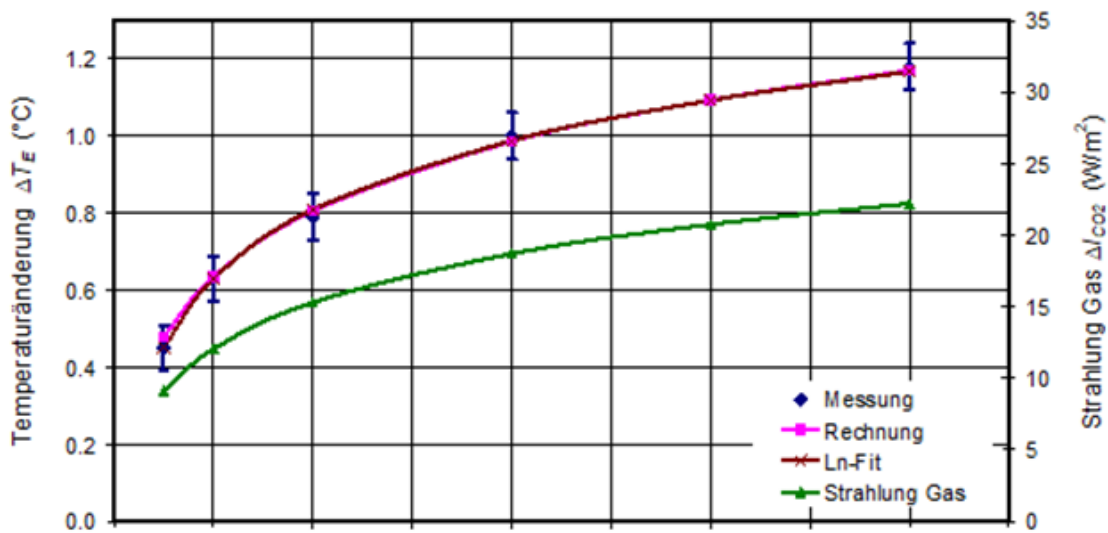


Abb. 5: a) Gemessene Temperaturänderung der Erdplatte als Funktion der CO<sub>2</sub>-Konzentration (Blaue Rauten) und Rechnung (Magenta Quadrate) mit logarithmischem Fit (Braune Kreuze). ST-Rechnung der Rückstrahlung  $\Delta I_{CO_2}$  (Grün).

Abb. 5: a) Gemessene Temperaturänderung der Erdplatte als Funktion der CO<sub>2</sub>-Konzentration (Blaue Rauten) und Rechnung (Magenta Quadrate) mit logarithmischem Fit (Braune Kreuze). ST-Rechnung der Rückstrahlung  $\Delta I_{CO_2}$  (Grün).

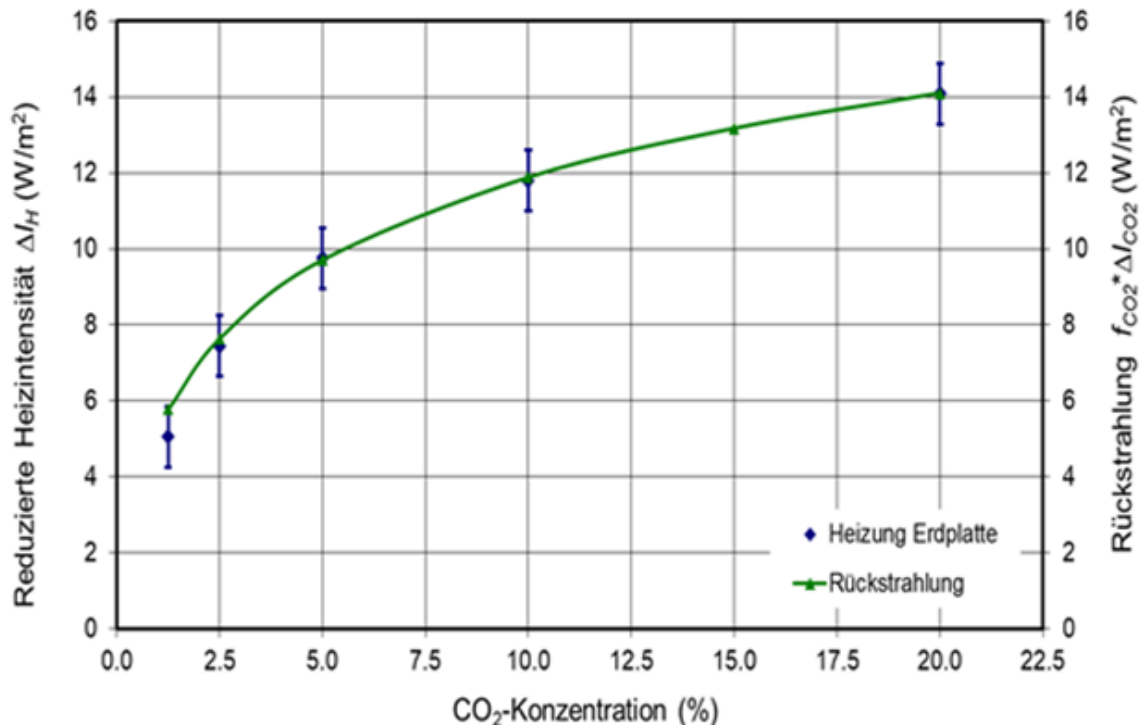


Abb. 5: b) Gemessene Plattenintensität  $\Delta I_H$  (Blaue Rauten) und berechnete Rückstrahlung

b) Gemessene Plattenintensität  $\Delta I_H$  (Blaue Rauten) und berechnete Rückstrahlung unter Berücksichtigung der Strahlungsverluste mit  $f_{CO_2} \cdot \Delta I_{CO_2}$  für  $f_{CO_2} = 0,59$

(Grün).

Messung und Berechnung werden gut durch eine logarithmische Darstellung der Form als Funktion der Konzentration  $C_{CO_2}$  in trockener Luft dargestellt (Braune Kreuze). Daraus leitet sich ein  $CO_2$ -Strahlungsantrieb bei Verdopplung der  $CO_2$ -Konzentration von  $\Delta F_{2 \times CO_2} = 3,7 \text{ W/m}^2$  ab.

$$\Delta T_E = \lambda_E \cdot f_{CO_2} \cdot \Delta F_{CO_2} \cdot \ln(C_{CO_2}/C_0)/\ln 2 \quad (1)$$

Eine unabhängige Messmethode zur Erfassung der Rückstrahlung ergibt sich, wenn mit steigender  $CO_2$ -Konzentration die  $P_E$ -Platte auf  $30^\circ\text{C}$  stabilisiert und die eingesparte Heizintensität  $\Delta I_H$ , wie in Kap. 3.2 beschrieben, ermittelt wird.

Abb. 5b zeigt die eingesparte Heizintensität  $\Delta I_H$  für die Erdplatte (blaue Rauten), die erforderlich ist, um mit steigender  $CO_2$ -Konzentration diese Platte auf  $30^\circ\text{C}$  zu stabilisieren. Die eingesparte Heizintensität  $\Delta I_H$  kann gut durch die berechnete Rückstrahlung  $\Delta I_{CO_2}$  bei einem Transmissionsgrad von  $f_{CO_2} = 59\%$  reproduziert werden (Grün). Der Anteil  $f_{CO_2}$  ergibt sich aus einer Anpassung an die eingesparte Heizintensität  $\Delta I_H$ . Aufgrund der volumenförmigen Absorption und Abstrahlung unterscheidet sich dieser Transmissionsfaktor leicht für die verschiedenen Gase und auch von dem Wert  $f_c$ , der die Übertragungseigenschaften des Strahlungskanal ohne TH-Gase charakterisiert.

## 4.2 $CH_4$ -Messung

Messungen für  $CH_4$  wurden bei Konzentrationsänderungen von 1,25 bis 10 % in trockener Luft durchgeführt (Abb. 6). Der beobachtete Temperaturanstieg  $\Delta T_E$  der Erdplatte als Funktion der  $CH_4$ -Konzentration (blaue Rauten) zeigt erneut eine hervorragende Übereinstimmung mit dem berechneten Temperaturanstieg (Magenta Quadrate) basierend auf der berechneten Rückstrahlung  $\Delta I_{CH_4}$  (grüne Dreiecke). Mit Ausnahme der niedrigsten Konzentration weist auch dieses TH-Gas bei diesen Konzentrationsniveaus eine starke Sättigung auf und kann recht gut durch eine logarithmische Kurve (braune Kreuze) mit einem Strahlungsantrieb bei verdoppelter  $CH_4$ -Konzentration von  $\Delta F_{2 \times CH_4} = 2,75 \text{ W/m}^2$  dargestellt werden. Unter ansonsten vergleichbaren Bedingungen sind dies nur 74 % des  $CO_2$ -Antriebs. Obwohl die atmosphärische Konzentration von  $CH_4$  mit 1,8 ppm mehr als 200-mal kleiner als die von  $CO_2$  ist, zeigt auch  $CH_4$  über den optischen Weg, der proportional zur Konzentration  $\times$  Ausbreitungslänge ist, eine stärkere Sättigung in der Atmosphäre (siehe auch: <http://hharde.de/climate %20c.htm>).

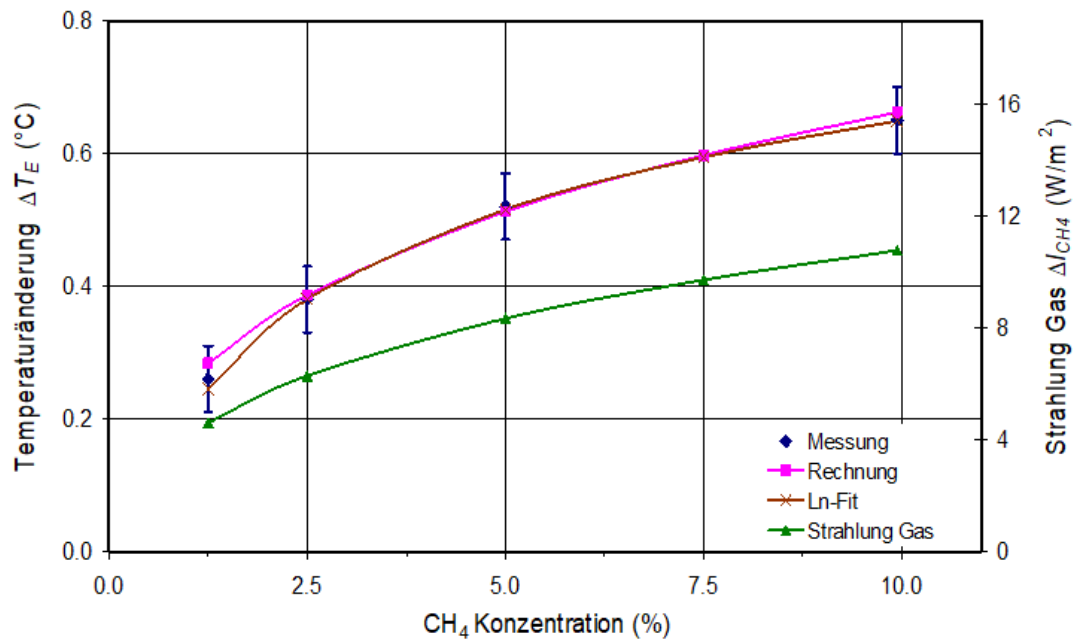


Abb. 6: Gemessene Temperaturänderung der Erdplatte als Funktion der CH<sub>4</sub>-Konzentration in trockener Luft (Blaue Rauten) und entsprechende Berechnung (Magenta). Überlagert ist ein logarithmischer Fit (Braun) und die ST-Rechnung der rückgestrahlten Intensität  $\Delta I_{CH_4}$  (Grün).

Abb. 6: Gemessene Temperaturänderung der Erdplatte als Funktion der CH<sub>4</sub>-Konzentration in trockener Luft (Blaue Rauten) und entsprechende Berechnung (Magenta). Überlagert ist ein logarithmischer Fit (Braun) und die ST-Rechnung der rückgestrahlten Intensität  $\Delta I_{CH_4}$  (Grün).

### 4.3 N<sub>2</sub>O-Messung

Die N<sub>2</sub>O-Messungen wurden für Konzentrationen von 1,25 % bis 15 % durchgeführt (Abb. 7).

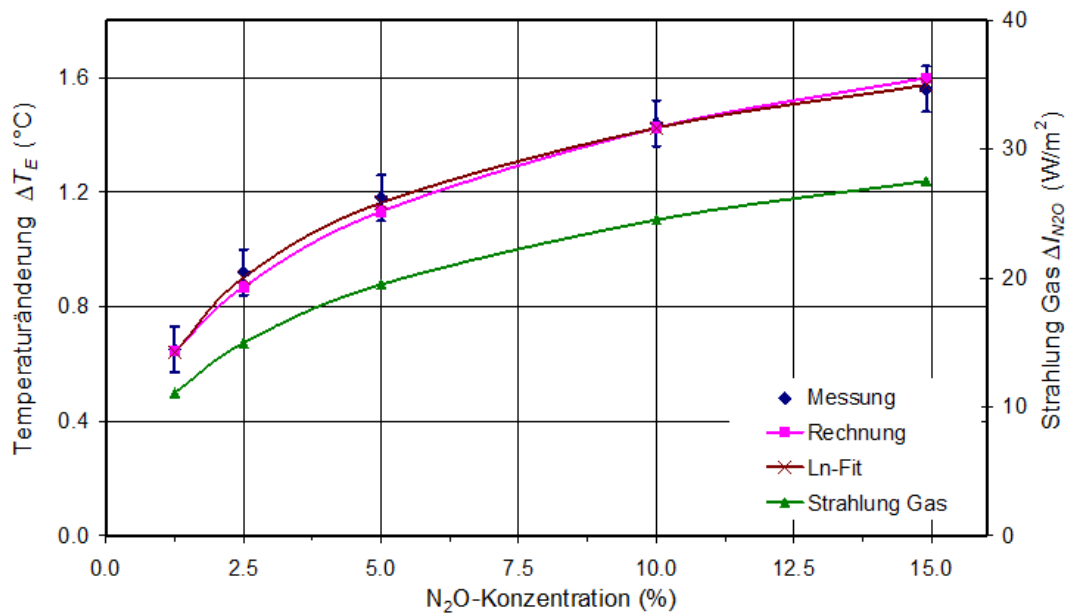


Abb. 7: Gemessene Temperaturänderung der Erdplatte als Funktion der N<sub>2</sub>O-Konzentration in trockener Luft (Blaue Rauten) und entsprechende Berechnung (Magenta). Überlagert ist ein logarithmischer Fit (Braun) und die ST-Rechnung der rückgestrahlten Intensität  $\Delta I_{N2O}$  (Grün).

Abb. 7: Gemessene Temperaturänderung der Erdplatte als Funktion der N<sub>2</sub>O-Konzentration in trockener Luft (Blaue Rauten) und entsprechende Berechnung (Magenta). Überlagert ist ein logarithmischer Fit (Braun) und die ST-Rechnung der rückgestrahlten Intensität  $\Delta I_{N2O}$  (Grün).

Die gemessene Temperaturänderung  $\Delta T_E$  der Erdplatte (blaue Rauten) lässt sich wiederum für ansteigende N<sub>2</sub>O-Konzentration gut durch die berechnete Änderung  $\Delta T_C = \lambda_E \cdot f_{N2O} \cdot \Delta I_{N2O}$  (Magenta Quadrate) reproduzieren. Die berechnete N<sub>2</sub>O-Emission  $\Delta I_{N2O}$  wird durch grüne Dreiecke wiedergegeben. Bei Anpassung der gemessenen Temperatur durch eine logarithmische Kurve (braune Kreuze) ergibt sich ein N<sub>2</sub>O-Strahlungsantrieb bei doppelter Konzentration von  $\Delta F_{2 \times N2O} = 5,0 \text{ W/m}^2$ . Dies ist 35 % größer als der CO<sub>2</sub>-Strahlungsantrieb.

## 5. Diskussion der Ergebnisse

### 5.1 Unterschiede zur Atmosphäre

Der vorgestellte Versuchsaufbau hat sich als geeignet erwiesen, den atmosphärischen TH-Effekt nachzuweisen und im Labor zu demonstrieren. Obwohl die Weglänge durch die Atmosphäre etwa um den Faktor 80.000 größer ist als die Messkammer, wird dies durch eine 500-fach höhere Konzentration für CO<sub>2</sub> und eine 50.000-fach höhere CH<sub>4</sub>-Konzentration teilweise kompensiert und für N<sub>2</sub>O mit einer fast 500.000-mal höheren Konzentration im Vergleich zu den Meeresspiegelwerten sogar deutlich überkompensiert. Nicht so sehr die absoluten Werte sind dabei relevant, wichtiger ist der optische Weg als Produkt von Absorptionskoeffizient

und Weglänge.

Andererseits ist der Temperaturgradient (Lapse-Rate) über die Troposphäre mit  $6,5\text{ °C/km}$  5.700-mal kleiner als in dem hier verwendeten Aufbau, während die absolute Temperaturdifferenz fast vergleichbar ist.

Am wichtigsten für den Nachweis des TH-Effektes und der Rückstrahlung von IR-aktiven Gasen ist jedoch deren Emission bei gleichzeitigen Stoßprozessen und dies unter Bedingungen, wie sie in der unteren Troposphäre anzutreffen sind. Die Experimente bestätigen damit definitiv, dass TH-Gase auf ihren Übergängen strahlen und innerhalb einer optisch dicken Schicht sogar vergleichbar zu einem Schwarzkörperstrahler mit gleicher Temperatur wie das Gas emittieren.

Unter realen atmosphärischen Bedingungen wird die Rückstrahlung der TH-Gase durch die spektral viel breitere Strahlung von Wolken überlagert, die in erster Näherung als graue Emitter mit einer durch ihre Unterseite gegebenen Temperatur beschrieben werden können. In den mit den TH-Gasen durchgeführten Experimenten werden Wolken durch die Atm-Platte und Kanalwände ersetzt. Ihre Strahlung ändert sich stark mit der Temperatur  $T_A$  der Atm-Platte und simuliert auf diese Weise den Einfluss von Wolken in unterschiedlichen Höhen. Dies bestimmt aber auch die Größe des TH-Gasbeitrags, der vom Temperaturunterschied zwischen den Platten und damit von der Temperaturdifferenz abhängt. Auf die Atmosphäre übertragen bedeutet dies, dass bei Wolken die Rückstrahlung größer ist als bei klarem Himmel, der relative Beitrag durch TH-Gase jedoch abnimmt.

## 5.2 Reproduzierbarkeit und Genauigkeit

Die Reproduzierbarkeit der Messungen hängt stark von den Gleichgewichtsbedingungen des Aufbaus vor dem Befüllen der Messkammer mit dem TH-Gas ab, und dies gilt auch für die weitere Aufzeichnung von Daten. Die Temperaturanzeige ist auf  $\pm 0,13\text{ °C}$  begrenzt und bestimmt somit wesentlich die Genauigkeit der Messungen. Auch die elektrische Plattenheizung wird durch die Temperaturablesung beeinflusst, da jede Anfangs- und Endaufzeichnung zur Ermittlung der Differenz  $\Delta H_E$  zwei Temperaturmessungen erfordert. Dies ist der Hauptgrund für kleinere Abweichungen von einem Messdurchlauf zum nächsten. Zusätzliche Störungen gehen auf geringfügige Schwankungen der Raumtemperatur zurück, die innerhalb von  $\pm 0,2\text{ °C}$  geregelt werden kann.

Der Fehler für eine Einzelmessung der Temperaturänderung  $\Delta T_E$  und der reduzierten Heizleistung  $\Delta H_E$  wird bei den niedrigeren Konzentrationen auf  $\pm 20\text{ %}$  und bei den höheren Konzentrationen auf etwa  $\pm 10\text{ %}$  geschätzt. Die Gesamtgenauigkeit wird jedoch durch mehrmaliges Wiederholen der Messungen weiter verbessert. Alle Daten stellen das Mittel aus 5 Durchläufen dar. Dies ermöglicht es, den allgemeinen Trend einer Serie innerhalb von  $\pm 5\text{ %}$  zu bestimmen.

### 5.3 Vergleich mit der Literatur

Es zeigt sich für alle drei Gase eine gute Übereinstimmung zwischen Messung und Berechnung, sowohl für die Temperaturdaten als auch für die Plattenheizung. Insbesondere die zunehmende Sättigung und die charakteristische Abflachung mit steigender Gaskonzentration werden durch die Berechnungen gut bestätigt und schließen einen größeren Einfluss durch Wärmeleitung aus. Gleichzeitig zeigen diese Untersuchungen die nur geringe weitere Auswirkung auf die globale Erwärmung bei steigenden Treibhausgaskonzentrationen.

Während sich die Übereinstimmung in den Absolutwerten von gemessenen und berechneten Daten z.T. daraus erklärt, dass zur Ermittlung der Transmissionsgrade  $f_{\text{Gas}}$  – und damit für die entsprechende Skalierung der gemessenen Rückstrahlung und der Temperaturdaten – die Rechnungen als Referenz herangezogen werden, stellt die nahezu exakte Übereinstimmung des abgeleiteten Strahlungsantriebs für  $\text{CO}_2$  mit  $\Delta F_{2\times\text{CO}_2} = 3,70 \text{ W/m}^2$  eher eine zufällige Übereinstimmung mit der Literatur dar (siehe AR6 [5]), da die Messungen hier unter deutlich anderen Bedingungen durchgeführt wurden.

Dennoch ermöglicht dies einen direkten Vergleich untereinander, hierzu müssen allerdings die verschiedenen Auswirkungen berücksichtigt werden, wie z. B. eine sich ändernde Druckverbreiterung der Absorptionslinien über die Weglänge in der Atmosphäre, die Interferenz mit anderen TH-Gasen wie Wasserdampf, die unterschiedliche Bodentemperatur, und die sich ändernde Rückstrahlung mit unterschiedlicher Wolkenhöhe, Bewölkung und Emissionsgraden. Daraus lässt sich ein Strahlungsantrieb von  $\Delta F_{2\times\text{CO}_2} = 3,4 \text{ W/m}^2$  berechnen, und zusammen mit einer Planck-Sensitivität von  $\lambda_p = 0,31 \text{ }^\circ\text{C}/(\text{W/m}^2)$  (siehe AR6 [5]) ergibt dies eine Basis-Gleichgewichts-Klimasensitivität (Temperaturanstieg bei verdoppelter  $\text{CO}_2$ -Konzentration, ohne Rückkopplungen) von  $\text{ECS}_B = \lambda_p \cdot \Delta F_{2\times\text{CO}_2} = 1,05 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dieses Ergebnis stimmt hervorragend mit dem Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) überein.

Allerdings zeigen eigene Berechnungen unter Einbeziehung von Rückkopplungen, dass Wasserdampf im Gegensatz zu den Annahmen des IPCC nur noch zu einer marginalen positiven Rückkopplung beiträgt und die Verdunstung an der Erdoberfläche sogar zu einer deutlichen weiteren Reduzierung der Klimasensitivität auf nur noch  $\text{ECS} = 0,68 \text{ }^\circ\text{C}$  führt (Harde 2017 [6], Harde 2022 [7]). Dies ist weniger als ein Viertel des IPCC-Wertes mit  $\text{ECS} = 3 \text{ }^\circ\text{C}$  (AR6 [5]) und 5,4-mal kleiner als der Mittelwert von CMIP6 mit  $\text{ECS} = 3,78 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Entsprechende Werte für  $\text{CH}_4$  und  $\text{N}_2\text{O}$  können nur indirekt mit der Literatur verglichen werden, da hierfür nur Werte für den ppb-Bereich (parts per billion) angegeben werden, bevor Sättigungseffekte auftreten. Dennoch erlauben ihre relativen Werte zu  $\text{CO}_2$  durchaus eine Abschätzung ihrer Beiträge zur globalen Erwärmung, die für  $\text{CH}_4$  nicht mehr als 2 % und für



N<sub>2</sub>O weniger als 1 % betragen.

Eine faustdicke Überraschung ist Methan, das tatsächlich einen geringeren Strahlungsantrieb als CO<sub>2</sub> hat und angesichts seiner derzeitigen Konzentration von nur 1,89 ppm eindeutig kein Super-Treibhausgas ist, das Anlass zur Sorge geben sollte, wie uns manche Medien oder Klimaforscher glauben machen wollen.

## 6. Zusammenfassung

Die vorgestellten Messungen und Berechnungen bestätigen eindeutig die Existenz eines atmosphärischen TH-Effektes und zeigen entgegen dem oft falsch interpretierten zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, dass ein wärmerer Körper durch die Strahlung eines kälteren Körpers, hier die Strahlung der gekühlten Platte und/oder eines TH-Gases, weiter erwärmt werden kann (siehe auch EIKE, Teil 1 [4]).

Sie bestätigen auch, dass TH-Gase unter Bedingungen, wie sie in der unteren Atmosphäre herrschen, auch IR-Strahlung in „Rückwärtsrichtung“ aussenden. Gleichzeitig offenbaren die theoretischen Untersuchungen die prinzipiellen Schwierigkeiten, den TH-Effekt als steigende Temperatur des Gases zu messen. Solche Versuche zeigen hauptsächlich eine Erwärmung durch Absorption von NIR oder IR-Licht über die Gefäßwände, während nur zu einem geringeren Grad Absorption durch die Gase erfolgt.

Solche Experimente übersehen oft auch, dass der Treibhauseffekt hauptsächlich das Ergebnis einer Temperaturdifferenz über den Ausbreitungsweg der Strahlung und damit der ‚Lapse-Rate‘ in der Atmosphäre ist.

Ein verminderter TH-Effekt bei reduzierter Temperaturdifferenz zwischen den Platten, wie dies analog auch durch Wolken in der Atmosphäre erfolgen kann, lässt sich klar nachweisen.

Unsere Ergebnisse zeigen nur einen geringen Einfluss von TH-Gasen auf die globale Erwärmung, die offensichtlich viel stärker von natürlichen Einflüssen wie dem solaren Strahlungsantrieb und Ozeanischen Oszillationen dominiert wird (siehe z. B. Connolly et al. 2021 [8]; Harde 2022 [7]). Es gibt also keinen Grund für Panik und Klimanotstand, vielmehr ist es höchste Zeit, zu einer konsolidierten Klimadiskussion zurückzukehren, die sich auf Fakten konzentriert und auch die Vorteile von Treibhausgasen einbezieht.

## 7. Referenzen

1. H. Harde, M. Schnell, 2022: *Verification of the Greenhouse Effect in the Laboratory*, Science of Climate Change, Vol. 2.1, pp. 1-33, <https://doi.org/10.53234/scc202203/10>.
2. H. Harde, M. Schnell, 2022: *Nachweis des Treibhauseffekts im Labor*, PDF-Datei

3. 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>
4. M. Schnell, H. Harde, 2024: *Gibt es einen Atmosphärischen Treibhaus-Effekt? -Teil 1*, EIKE 2024
5. Sixth Assessment Report (AR6) of the IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V. et al. (eds.)]. Cambridge University Press., [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_TS.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf)
6. H. Harde, 2017: *Radiation Transfer Calculations and Assessment of Global Warming by CO<sub>2</sub>*, International Journal of Atmospheric Sciences, Volume 2017, Article ID 9251034, pp. 1-30, <https://www.hindawi.com/journals/ijas/2017/9251034/>, <https://doi.org/10.1155/2017/9251034>.
7. H. Harde, 2022: *How Much CO<sub>2</sub> and the Sun Contribute to Global Warming: Comparison of Simulated Temperature Trends with Last Century Observations*, Science of Climate Change, vol. 2, no 1, pp 105 -133, <https://doi.org/10.53234/scc202206/10>
8. R. Connolly, W. Soon, M. Connolly, S. Baliunas, J. Berglund, C. J. Butler, R. G. Cionco, A. G. Elias, V. M. Fedorov, H. Harde, G. W. Henry, D. V. Hoyt, O. Humlum, D. R. Legates, S. Lüning, N. Scafetta, J.-E. Solheim, L. Szarka, H. van Loon, V. M. V. Herrera, R. C. Willson, H. Yan and W. Zhang, 2021: *How much has the Sun influenced Northern Hemisphere temperature trends? An ongoing debate*, Research in Astronomy and Astrophysics 2021 Vol. 21 No. 6, 131(68pp), <http://www.raa-journal.org/raa/index.php/raa/article/view/4906>

Zur Sicherstellung sämtlicher Indizes und anderer evtl.

Buchstabendarstellung zwischen Word und dieser Darstellung hier nochmal

Gibt es einen Atmosphärischen Treibhauseffekt Teil 2 Vollständig