

These: Ein steigender Kohlendioxidgehalt hat wahrscheinlich gar keine erwärmende Wirkung

geschrieben von Admin | 24. November 2024

Immer wieder werden wir von Lesern gebeten eigene Gedanken zum Thema Klima oder Energie zu veröffentlichen. Sind sie interessant dann tun wir das auch. D.h. aber nicht, dass wir mit dem Autor übereinstimmen, dagegen sind oder sonst irgendetwas. Im Folgenden ein Betrag von Andreas Becker.

Im Folgenden einige Gedanken und Beobachtungen zur Frage, ob der steigende CO₂ – Gehalt der Atmosphäre global überhaupt eine erwärmende Wirkung entfalten kann.

Andreas Becker

An einer Tasse heißen Tees lassen sich einige Grundphänomene der Wärme beobachten. Die Tasse fühlt sich warm an. Der feste Stoff aus Keramik oder Glas nimmt durch Berührung die Wärme von der heißen Flüssigkeit auf und leitet sie nach außen an die umgebende Luft oder unsere Hand weiter. Wärme kann sich also durch ruhende feste Materie hindurchbewegen. Dabei fühlt sich eine Metalltasse heißer an als eine Keramik – oder Kunststofftasse, weil Metalle gute Wärmeleiter sind. Wenn der Tee noch sehr heiß ist, kann man die Wärme der Tasse auch spüren, ohne sie zu berühren. Diese Art der Wärmeübertragung wird als Wärmestrahlung bezeichnet. Genauere Beobachtungen zeigen, dass diese Strahlungswärme bei einer glänzenden Metalltasse nicht auftritt. Blanke Metallflächen sind schlechte Wärmestrahler; sie reflektieren dagegen die Wärmestrahlung der Umgebung. Richtet man einen Strahlungsthermometer gegen eine heiße Metalltasse, so zeigt er für viele überraschend die Temperatur des umgebenden Zimmers (also z.B. 20° C) an, die sich in der glänzenden Metallfläche spiegelt, obwohl die Tasse vielleicht 90° C warm ist.

Der heiße Tee zeigt besonders in einer schlanken und hohen Tasse eine deutliche Temperaturschichtung: ein Thermometer misst am Boden der Tasse (nicht rühren!) einige Grad weniger als im oberen Teil. Das ist eine allgemeine Erfahrung: Warmes Wasser steigt nach oben und kaltes sinkt nach unten. Nach diesem Prinzip lässt sich eine pumpenlose Schwerkraftheizung betreiben, in der die Wasserzirkulation in den Rohren allein durch diesen Dichteunterschied von warmem und kaltem Wasser

aufrechterhalten wird.

Unmittelbar an der Teeoberfläche ist der Tee aber etwas kühler als direkt darunter. Dort findet eine intensive Wärmeübertragung durch Berührung mit der Zimmerluft statt, die sich, kaum erwärmt, nach oben bewegt und durch nachströmende kühlere Luft ersetzt wird. Diese Luftkühlung des Tees wird noch durch einen zweiten Vorgang kräftig verstärkt, nämlich die Verdunstung des Teewassers. Wer genau hinschaut, bemerkt, dass das verdunstete Wasser unmittelbar über der Oberfläche noch unsichtbar ist und erst kurz darüber durch Kondensation als nebelartiger Schleier sichtbar wird, der aufsteigt und sich nach einer kurzen Strecke wieder auflöst. Die zur Verdunstung notwendige Wärme wird dem Tee entzogen, wodurch er abkühlt. Die Verdunstungswärme ist im unsichtbaren Dampf enthalten und wird bei der Kondensation wieder frei. Wird die Hand unmittelbar über die heiße Teeoberfläche gehalten, kondensiert der Dampf teilweise in Form kleiner Tröpfchen auf der Haut und die dabei freiwerdende Kondensationswärme kann die Haut schmerzhaft überhitzen.

Alle diese Vorgänge haben den gleichen Antrieb, nämlich den Temperaturunterschied zwischen Teetasse und Umgebung. Hat sich der Tee abgekühlt, kommen alle Wärmebewegungsvorgänge zum Stillstand. Oder anders formuliert: die Wärme ist immer bestrebt, sich gleichmäßig auszubreiten. Dabei nimmt die Geschwindigkeit der Wärmeverteilung von Feststoffen über Flüssigkeiten zu den Gasen deutlich zu, allerdings nur, wenn die Gase nicht in kleinen unbeweglichen Portionen wie in Bekleidungsstoff oder lufthaltigen Baustoffen eingeschlossen sind, sondern frei zirkulieren können. Mit der Wärmeaufnahme reduziert sich auch die Gasdichte, so dass sich die wärmste Luft in einem Zimmer immer unter der Decke befindet, selbst in Räumen mit Fußbodenheizung. Dabei ist es unerheblich, wie groß oder hoch der Raum ist; der Effekt kann in kleinen Zimmern wie in hohen Kirchenräumen, Fabrikhallen, Viehställen oder auch in der Stuttgarter Oper wahrgenommen und gemessen werden. Ausnahmen sind blechgedeckte Hallen, in denen bei niedrigen Außentemperaturen die Luft direkt unter Decke etwas kühler als wenige Zentimeter darunter sein kann.

Möchte man, dass der Tee möglichst lang warm bleibt, sollte man die Tasse abdecken, wodurch die Verdunstungskühlung und die Konvektionskühlung durch vorbeistreichende Luft abgeschwächt werden. Außerdem wäre eine glasierte Leichtkeramik von Vorteil, die am besten innen und außen durch einen metallischen Überzug verspiegelt ist, so dass auch die Wärmeabstrahlung gebremst würde. Noch besser als eine schlecht leitende Keramik ist verdünnte Luft, was in Thermoskannen oder sogenannten Dewargefäßen dadurch erreicht wird, dass ein doppelwandiges Glasgefäß kunstvoll zwischen den beiden Glaswänden so weit wie möglich evakuiert wird. Diese Gefäße halten die Wärme sehr lange fest, da nur noch Wärme über den Verschluss und die Glasbrücke zwischen den beiden Glaswänden entweichen kann.

Wenn wir uns jetzt die Erde im All schwebend vorstellen, so bemerken wir, dass auch sie von einem noch viel dünneren Vakuum als in einer Thermoskanne umgeben ist, wodurch keine Wärme die Erde und ihre Atmosphäre auf dem Weg über die Konvektion verlassen kann. So ist also die Atmosphäre oben von der besten Isolation abgeschlossen, die es gibt. Da kann man sich schon wundern, warum die Luft in der freien Atmosphäre nach oben immer kälter anstatt wärmer wird, wie eigentlich zu erwarten wäre. Als Begründung für dieses paradoxe Phänomen liest man oft, dass sich die warme Luft beim Aufsteigen durch Ausdehnung abkühlen würde und darum oben kälter ankäme als sie unten gestartet wäre, und zwar um etwa $0,6^\circ$ Celsius pro 100 Meter Höhenzunahme. Wenn das zuträfe, müsste dieser Effekt auch schon in einer 40 Meter hohen Halle mit einem Viertel Grad Abkühlung zu messen sein. Diese Begründung übersieht, dass sich Luft beim Ausdehnen in ein Vakuum nicht abkühlt, wie schon Gay-Lussac vor über 200 Jahren experimentell zeigen konnte. Die Abkühlung tritt nur ein, wenn die sich ausdehnende Luft gegen einen äußeren Druck „arbeiten“ muss, was ja in der Atmosphäre gegeben ist. Diese Arbeit geht aber nicht verloren, sondern wird an der umgebenden Luft verrichtet, die sich im gleichen Maß erwärmt, wie sich die aufsteigende Luft abkühlt. (Anmerkung der Redaktion: Berechnung absoluter Temperaturen mit dem konvektiv-adiabatischen Modell nach Maxwell, Poisson, Thomson und Schwarzschild, hier Vortrag EIKE - Temperaturberechnungen mit dem konvektiv-adiabatische Modell 20211114) Es werden also fortwährend durch aufsteigende Luft und Kondensationsvorgänge große Wärmemengen von der durch die Sonne aufgeheizten Erdoberfläche in die Atmosphäre geleitet, wo sie aber anders als in einem abgeschlossenen Raum zu keiner vergleichbaren stabilen Temperaturschichtung mit in der Höhe zunehmenden Temperaturen führen, obwohl die Atmosphäre von oben hervorragend isoliert ist. Woran liegt das?

Es gibt in der Höhe einen sehr leistungsfähigen Kühlmechanismus, durch den die Luft riesige Wärmemengen in das All abgibt, und zwar durch die Strahlungskühlung der strahlungsaktiven Gase CO_2 , Methan und N_2O . Diese sogenannten IR-aktiven Gase (IR=Infrarot), denen man den irreführenden Namen „Treibhausgase“ gegeben hat, sind im gleichen Maße Strahlungsabsorber wie auch Emittenten. Eigentlich müsste man den Wasserdampf noch dazuzählen, der aber in den Luftschichten oberhalb der Troposphäre kaum noch vorhanden ist. Die Hauptbestandteile der Luft sind Stickstoff, Sauerstoff und Argon, und keines dieser Gase kann Wärmestrahlung aufnehmen oder abgeben. Anders formuliert: Ohne CO_2 in der Atmosphäre würde sie nach oben immer wärmer und wäre auch am Boden deutlich wärmer als heute. Nur die Erdoberfläche könnte dann Wärme in das All abstrahlen und eine direkte Strahlungskühlung der oberen Atmosphäre wäre dann nicht möglich.

In den letzten Jahrzehnten machen sich viele Menschen Sorgen über die Frage, wie sich ein steigender CO_2 Gehalt der Atmosphäre auf das „Weltklima“ auswirkt. Nach diesen Überlegungen müsste einerseits mehr Wärme in den unteren Schichten durch CO_2 aufgenommen werden und andererseits mehr Wärme aus den oberen Schichten in das All gestrahlt

werden, was sich in einem steileren Temperaturgefälle auswirken sollte. Welcher Effekt überwiegt, ist nicht einfach zu entscheiden und ähnelt ein bisschen der Frage, ob es nachts in einer nebligen Stadt heller oder dunkler wird, wenn der Nebel dichter wird. Wahrscheinlich heben sie sich gegenseitig auf. Dafür sprechen u.a. drei Phänomene und eine theoretische Überlegung:

1. In den Ozeanen ist die 50fache Menge des atmosphärischen Kohlendioxids gelöst. Die Löslichkeit von CO_2 im Wasser nimmt mit zunehmender Temperatur ab. Würden sich die Ozeane erwärmen, würde also ein Teil des gelösten Kohlendioxids ausgasen und die Konzentration des atmosphärischen CO_2 s erhöhen. Hätte dies eine erwärmende Wirkung, würde diese positive Rückkopplung noch mehr Kohlendioxid aus den Ozeanen in die Atmosphäre treiben, und so weiter. Dieser Prozess würde sich selbst verstärken und eine galoppierende Erderwärmung verursachen. Das scheint sich aber weder gegenwärtig noch in der Vergangenheit zu ereignen bzw. ereignet zu haben.
2. In den letzten 70 Jahren sind steigende CO_2 -Gehalte der Atmosphäre mit über Jahrzehnte steigenden oder fallenden Temperaturen korreliert. Das spricht eher für eine ausgleichende Wirkung der wärmenden und kühlenden Effekte des Kohlendioxids
3. Im Obstbau sind die sogenannten Strahlungsächte im Frühjahr gefürchtet, wenn die Obstbäume blühen und keine Wolken die nächtliche Wärmeabstrahlung der Erdoberfläche und der Blüten bremsen. Es gibt seit Jahrzehnten experimentell ermittelte Abkühlungstabellen, aus denen sich in Abhängigkeit der jeweiligen Luftfeuchte und Temperatur der Zeitpunkt des nächtlichen Frostbeginns ermitteln lässt. Laut einer persönlichen Mitteilung des Leiters des Stuttgarter Wetteramts haben sich diese Abkühlungsraten über die letzten dreißig Jahre nicht geändert, obwohl der deutlich gestiegene Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre die nächtliche Abkühlung verlangsamen sollte. Wahrscheinlich ist auch hier, dass sich kühlende und erwärmende Wirkung aufheben. Ich konfrontierte den zuständigen Strahlungsmeteorologen vom MPI Potsdam mit diesem Phänomen, der mir dann zur Antwort gab, dass die sogenannte atmosphärische Gegenstrahlung der trockenen Luft sich über die letzten 150 Jahre um zwei Watt pro Quadratmeter erhöht hätte, bei einer mittleren Strahlungsleistung der Atmosphäre von 350 Watt/m^2 , also einem halben Prozent. Diese Angabe ist eine Schätzung, da für die Messung dieser Strahlung erst vor 70 Jahren die ersten Messgeräte entwickelt wurden.

Auch das spricht dafür, dass Änderungen des atmosphärischen CO_2 - Gehalts unterm Strich keinen wesentlichen Einfluss auf das Klima haben, eben weil sich erwärmende und abkühlende Wirkung gegenseitig aufheben.

1. Die Dichte der Luft nimmt mit der Höhe ab und damit auch die Dichte von CO_2 . Die raumbezogene Absorptionsleistung von CO_2 nimmt ebenfalls mit der Höhe ab und genauso verhält es sich mit der raumbezogenen

Strahlungsleistung. Die Absorptionsleistung von CO_2 nimmt also entlang der nach unten gerichteten Strahlung zu, während die unteren Schichten stärker nach oben strahlen können. Das gilt auf jeder betrachteten Höhenstufe, da der Dichtegradient auf allen Höhenstufen gleichgerichtet ist. Dieser Effekt führt dazu, dass das atmosphärische CO_2 wie ein Strahlungsventil wirkt, das die Wärmestrahlung im Saldo nur nach oben durchlässt. Dieser Gradient bewirkt wahrscheinlich auch, dass die Konzentrationserhöhungen der letzten Jahrzehnte keine messbare Verstärkung der atmosphärischen Gegenstrahlung bewirken konnten.

Zusammengefasst ist es also denkbar, dass ein veränderter CO_2 – Gehalt der Atmosphäre keine messbaren Temperaturveränderungen bewirkt. Das stärkste Indiz für die Gültigkeit dieser Annahme sind die unveränderten Abkühlungsraten in sogenannten Strahlungsnächten, obwohl nach der gängigen Theorie die atmosphärische Gegenstrahlung durch den gestiegenen CO_2 – Gehalt zugenommen haben müsste.