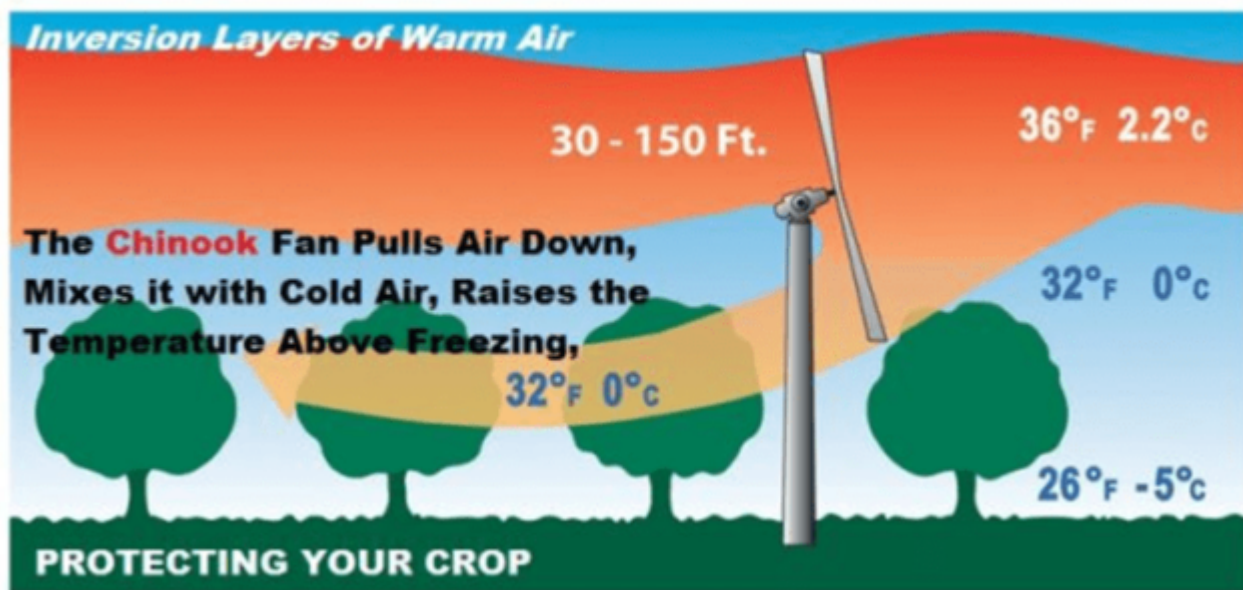


# Der Abkühlungs-Aspekt von Treibhausgasen



Chinook: Das Gegenstück zum Föhn bei uns in Kanada östlich der Rocky Mountains. Das indianische Wort bedeutet „Schneefresser“

Diskussionen über Temperaturinversionen haben jedoch gelegentlich eine respektvollere Debatte mit kritischen Denkern ausgelöst. Die meisten Menschen haben in „Frostlöchern“ Ventilatoren bemerkt, die in Obstplantagen und Weinbergen aufgestellt wurden, und sind daher daran interessiert, warum sie funktionieren. Ventilatoren vermischen gefrierende Luftschichten an der Oberfläche, die sich nachts im Frühjahr bilden können und Blüten und Früchte schädigen, mit wärmeren Luftschichten weiter oben. Sie ziehen einfach die wärmeren Luftschichten von oben nach unten an die Oberfläche und erhöhen so die Tiefsttemperaturen. Aber warum gibt es diese wärmere Luftschicht?

Während des Tages absorbiert die Erdoberfläche sowohl die Sonnenstrahlung als auch die von den Treibhausgasen nach unten abgegebene Infrarotwärme. Da sie diese Energie schneller absorbiert, als sie Infrarotwärme zurück in den Weltraum abstrahlen kann, erwärmt sich die Oberfläche. Allerdings erwärmt das Sonnenlicht die untere Atmosphäre (auch Troposphäre genannt) nicht direkt. Stickstoff, Sauerstoff und Argon machen ~ 99% unserer Atmosphäre aus und sind für die einfallende Sonnenenergie transparent. Darüber hinaus absorbieren diese Gase im Gegensatz zu den Treibhausgasen weder Infrarotenergie noch geben sie diese ab. Die Troposphäre erwärmt sich in erster Linie, indem sie

durch Zusammenstöße mit der erwärmten Erdoberfläche Energie gewinnt. Während des Tages liegt die wärmste Luftschicht am nächsten an der erwärmten Oberfläche. Aufsteigende warme Luft verursacht turbulente Vermischung und Kollisionen mit kühlerer Luft darüber, die die Lufttemperaturen dort anhebt. Da sich die Luft jedoch beim Aufsteigen aufgrund des abnehmenden Luftdrucks abkühlt, ist die Erwärmung begrenzt.

Ohne solare Erwärmung kühlt die Erdoberfläche ab, indem sie mehr Infrarotwärme abgibt, als sie von der recycelten Wärme der Treibhausgase absorbiert, da die Treibhausgase nicht die gesamte abgegebene Wärme abfangen. „Atmosphärische Fenster“ lassen etwa 23 % der Oberflächenwärme direkt in den Weltraum entweichen, ohne recycelt zu werden. Die Luftschicht, die der Oberfläche am nächsten ist, kühlt dann ab, indem sie Wärme an die kältere Oberfläche abgibt. Höhere Luftschichten können jedoch nicht absinken und wieder mit der Oberfläche zusammenstoßen, es sei denn, sie verlieren ihre Wärme. Stickstoff, Sauerstoff und Argon können diese Energie jedoch nur abgeben, indem sie mit kühleren Treibhausgasen kollidieren, die ihre Energie absorbieren und die Hälfte wieder in Richtung Weltraum abgeben.

Da der Großteil unserer Atmosphäre nur durch die Abgabe von Wärme an Treibhausgase kühlt, bildet ein kleiner Prozentsatz an Treibhausgasen einen „Kühlungsstau“. Folglich kühlt die Atmosphäre langsamer ab als die feste Erde, die über atmosphärische Fenster schneller Energie verliert. Dieser Unterschied in den Abkühlungsraten erzeugt eine wärmere Luftschicht über der kühleren Oberflächenluft und wird als Temperaturinversion bezeichnet. Stellen Sie sich nun eine Welt ohne Treibhausgase vor. Ohne Treibhausgase können Stickstoff, Sauerstoff und Argon nicht genug Wärme zurück in den Weltraum verlieren und die Atmosphäre würde sich weiter erwärmen.

Außerhalb der Tropen bilden sich Inversionsschichten eher im Winter und Frühjahr. Während der reduzierten Sonneneinstrahlung im Winter speichert die Erdoberfläche weniger Wärme. Wo Menschen Kamine benutzen, um sich warm zu halten, werden Inversionsschichten durch aufsteigenden Rauch sichtbar, der plötzlich flach wird, wenn er auf die wärmere Luft darüber trifft. Ventilatoren funktionieren, indem sie wärmere Luftschichten nach unten ziehen, um sich mit kühleren Oberflächenschichten zu vermischen und so die Pflanzen vor dem Einfrieren zu schützen. In ähnlicher Weise kühlt die monatelange „Polarnacht“ die Oberflächen im Inneren der Antarktis auf bis zu  $-89,2\text{ °C}$  ab und erzeugt eine kontinentweite Inversionsschicht. Wenn periodisch überdurchschnittliche Oberflächentemperaturen gemeldet werden, ist dies oft das Ergebnis starker Winde, die wie ein Ventilator die Inversionsschicht der Antarktis abschwächen oder ganz beseitigen.



Oberhalb der Inversionsschicht. Foto: © Chris Frey

In den 1990er Jahren stellten Klimawissenschaftler fest, dass urbane Wärmeeffekte die Minimaltemperaturen um einige Grad anheben, nicht aber die Maximaltemperaturen. Solche Gebiete erwärmen sich nicht, sondern wurden weniger kalt. Das deutet darauf hin, dass die Verstädterung die lokalen Inversionsschichten unterbrochen hat. Die zunehmende Bedeckung des Landes mit wärmespeicherndem Asphalt und Beton verringert die Oberflächenkühlung. Die Beseitigung von Vegetation oder Nässe führt zu heißeren Oberflächen, die mehr Wärme speichern. Verkehr, hohe Gebäude oder Frostfächer stören die Oberflächenwinde, die wärmere Luft an die Oberfläche bringen. All diese Dynamiken erhöhen die Mindesttemperaturen und damit die Durchschnittstemperatur. Verschiedene lokale Störungen der Inversionsschichten können besser erklären, warum einige US-Wetterstationen Erwärmungstrends zeigen, während 36 % eine langfristige Abkühlung aufweisen.



Foto: © Chris Frey

Unsere Atmosphäre hat auch eine globale Inversionsschicht. Über der Troposphäre befindet sich die wärmere Stratosphäre, in der die Temperaturen aufgrund der Absorption der solaren UV-Strahlung mit der Höhe zunehmen. Da  $\text{CO}_2$  in einer wärmeren Stratosphäre schneller Infrarotstrahlung abgibt, als es diese aus der Troposphäre absorbiert, kühlt mehr  $\text{CO}_2$  die Stratosphäre ab. (Aus ähnlichen Gründen hat  $\text{CO}_2$  auch eine kühlende Wirkung in der Antarktis.) Außerdem bringen Gewitterwolken die enormen Wärmemengen, die im Wasserdampf gespeichert sind, an die Tropopause (= die Grenzschicht zwischen Troposphäre und Stratosphäre). Auch hier können wir sehen, wo die Wärmeinversion beginnt, wenn die Wolken nicht mehr aufsteigen und eine Ambossform an dieser Grenzschicht entwickeln. Da dort oben kaum noch Wasserdampf vorhanden ist, gehen die Wellenlängen der Infrarotwärme, die bei der Kondensation von Wasserdampf zu Flüssigkeit und Eis freigesetzt werden, größtenteils ungehindert in den Weltraum, ohne dass sie zur Erde zurückgeführt werden.

Würden diese Dynamiken besser verstanden, würden die Menschen eher über Klimakatastrophen-Narrative lachen, als der Paranoia zu erliegen.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2021/05/06/the-cooling-side-of-greenhouse-gases/>

Übersetzt von [Chris Frey](#) EIKE

**Anmerkung des Übersetzers:** Die Erklärung der Entstehung von Inversionen ist fachlich nicht ganz gelungen. Weil hier aber ein künstlicher Erwärmungseffekt neben dem UHI beschrieben wird, ist der Beitrag hier übersetzt.