

# KLIMAWANDEL HEUTE

## **Klimawandel: Welche Änderungen können schon heute beobachtet werden?**

Unter „Strahlungsantrieb“ haben wir den Einfluss menschlichen Handelns auf die verschiedenen Treiber unseres Klimasystems kennengelernt. Hauptursache des vom Menschen verursachten Strahlungsantriebs sind die Emissionen von Treibhausgasen. Ohne die Wirkung der Kohlenstoffkreisläufe wäre die Kohlenstoffdioxidkonzentration durch menschliche Emissionen entsprechend schon weit über 500 ppm angestiegen, was mit einem wesentlich größeren Strahlungsantrieb verbunden gewesen wäre.

Nichtsdestotrotz enthält die Atmosphäre heute ca. 240 Gigatonnen Kohlenstoff mehr als im Jahr 1750.

Welche Auswirkungen hat das bereits heute auf unser Klimasystem? Wird einem System mehr Energie zugeführt, als es abgeben kann, wird es sich zwangsläufig erwärmen. Das ist auch beim System Erde nicht anders. Nach IPCC-Angaben hat sich die globale Oberflächentemperatur im Zeitraum von 1880 bis 2016 durchschnittlich um 0,85 [0,65 bis 1,06] °C erwärmt. Die Auswirkungen auf die Atmosphäre, die Ozeane und Eisflächen können hier noch genauer nachgelesen werden:

### **Atmosphäre**

Weltweit gesehen, ist es laut IPCC sehr wahrscheinlich (Wahrscheinlichkeit zwischen 90 und 100%), dass die Anzahl der warmen Tage und Nächte gestiegen und die der kalten Tage und Nächte gesunken ist. Die gleiche Wahrscheinlichkeit gibt der IPCC dafür an, dass der Mensch dafür verantwortlich ist.

Die globale Klimaerwärmung führt zur Zunahme von extremen Wetterereignissen wie Hitzewellen, Starkniederschlägen oder Stürmen.

### **Erwärmung der Ozeane**

Die Ozeane nehmen nicht nur vermehrt Kohlenstoffdioxid auf, sondern auch den allergrößten Anteil der durch den positiven Strahlungsantrieb zusätzlich gespeicherten Energie. Über 90% dieser Wärmemenge haben die Ozeane aufgenommen. Dabei erwärmen sich die oberen Wasserschichten schneller und geben diese Wärme dann verlangsamt an tiefere Wasserschichten weiter. Der IPCC beziffert die globale Erwärmung der Ozeane bis zu einer Wassertiefe von 75 m von 1971 bis 2016 mit 0,11 °C je Jahrzehnt. Eine Erwärmung der Ozeane führt gleichzeitig zu weniger Aufnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre, da ein kühlerer Ozean mehr CO<sub>2</sub> aufnehmen kann.

Des Weiteren führt die Erwärmung der Ozeane zu einem erhöhten Wasserdampf, wodurch wiederum die Wolkenbildung angeregt wird und letztlich mehr Niederschläge entstehen. Regionale Änderungen des Salzgehaltes des Ozeanwassers lassen darauf schließen, dass sich Verdunstung und Niederschlag über den Ozeanen verändert haben.

### **Anstieg des Meeresspiegels**

Der Anstieg des Meeresspiegels hat sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts beschleunigt. Zwischen den Jahren 1901 und 2016 ist der mittlere Meeresspiegel jährlich um 1,7 [1,5 bis 1,9] mm gestiegen (Wahrscheinlichkeit zwischen 90 und 100%). Insgesamt beläuft sich der Anstieg des Meeresspiegels im genannten Zeitraum auf 0,19 [0,17 bis 0,21] m. (Quelle UNU-EHS)

Zwischen den Jahren 1993 und 2016 ist der Meeresspiegel durchschnittlich um 3,2 [2,8 bis 3,6] mm gestiegen. In letzter Zeit hat sich die Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstiegs also fast verdoppelt.

Ein Grund für den Meeresspiegelanstieg ist die Erwärmung des Ozeanwassers, was nicht nur zum Ausdehnen der Wassermoleküle führt und dadurch mehr Volumen einnimmt, sondern auch das Abschmelzen von Gletschern und des Festlandeises der Antarktis beschleunigt.

### **Versauerung der Ozeane**

Löst sich Kohlenstoffdioxid in Wasser, entsteht Kohlensäure. Diese ist nicht stabil und zerfällt in Hydronium-Ionen ( $\text{H}_3\text{O}^+$  – Ionen) und Hydrogenkarbonat-Ionen ( $\text{HCO}_3^-$  – Ionen).

Die Konzentration der im Wasser gelösten  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen hat seit Beginn der Industrialisierung um 26% zugenommen und hat eine Versauerung des Ozeans bewirkt. Der leicht basische pH-Wert des Ozeans ist um 0,1 gefallen und liegt jetzt bei 8,1.

Außerdem sinkt die Zahl der verfügbaren Karbonat-Ionen im Ozeanwasser. Werden sie zu Hydrogenkarbonat, stehen sie verschiedenen Meeresbewohnern nicht mehr zum Aufbau von Schalen oder Skeletten zu Verfügung.

Des Weiteren werden durch die Hydronium-Ionen die Karbonat-Ionen zu Kohlenstoffdioxid zersetzt.

### **Auswirkungen auf Eisflächen und Gletscher**

Durch die Erwärmung haben die Eisschilde der Erde an Masse verloren. Allein im Zeitraum von 1993 bis 2009 gingen pro Jahr 275 [140 bis 410] Gigatonnen Eis verloren (ausgenommen sind hier die Gletscher am Rande der großen Eisschilde). Sowohl in Grönland als auch in der Antarktis steigt die durchschnittliche Geschwindigkeit des Eisverlustes stark an. Sie hat zwischen den zwei Vergleichszeiträumen (1992 bis 2001 und 2002 bis 2011) in Grönland um mehr als das Sechsfache und in der Antarktis um das Fünffache zugenommen.

Die Erwärmung wirkt sich auch auf die Ausdehnung der Schneebedeckung auf der Nordhalbkugel der Erde aus, die in den letzten Jahrzehnten abgenommen hat.

Ebenso sind in manchen Regionen schon Auswirkungen auf die Dicke des Permafrostbodens und dessen Fläche festgestellt worden.