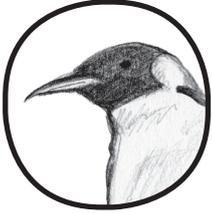


Chat



Und überall hat dieselbe Spezies die Finger im Spiel.

Boah, kein Plan. Wär fein wenn's kein Stress wird. Aber lass uns zur Sicherheit lieber mal rausfinden, welche möglichen Folgen das alles hat.

👉 Machen wir uns ein Bild von den Folgen.

Autos 🚗🚚🚛, Flugzeuge ✈️, Kraftwerke 🏭, brennende Wälder 🌳🔥🌲🔥, Düngung und sogar furzende Kühe 🐄💨. Daher weht also der Wind.

Mensch Meier. Aber jetzt mal im Ernst. Ist das wirklich so schlimm, wenn's ein paar Grad wärmer wird? Ist eh ziemlich kalt hier am Nordpol.

Ja, nicht dass hier auf einmal alles grün wird und meine geniale weiße Tarnung auffliegt 😏

03

Folgen

Welche Veränderungen drohen?

Welche Folgen sind möglich?

Welche Rückkopplungen werden in Gang gesetzt?

Was passiert, wenn sich die Ozeane erwärmen?

Was passiert, wenn mehr Wasser verdunstet?

Wieso steigt der Meeresspiegel an?

Was passiert, wenn Eisflächen schmelzen?

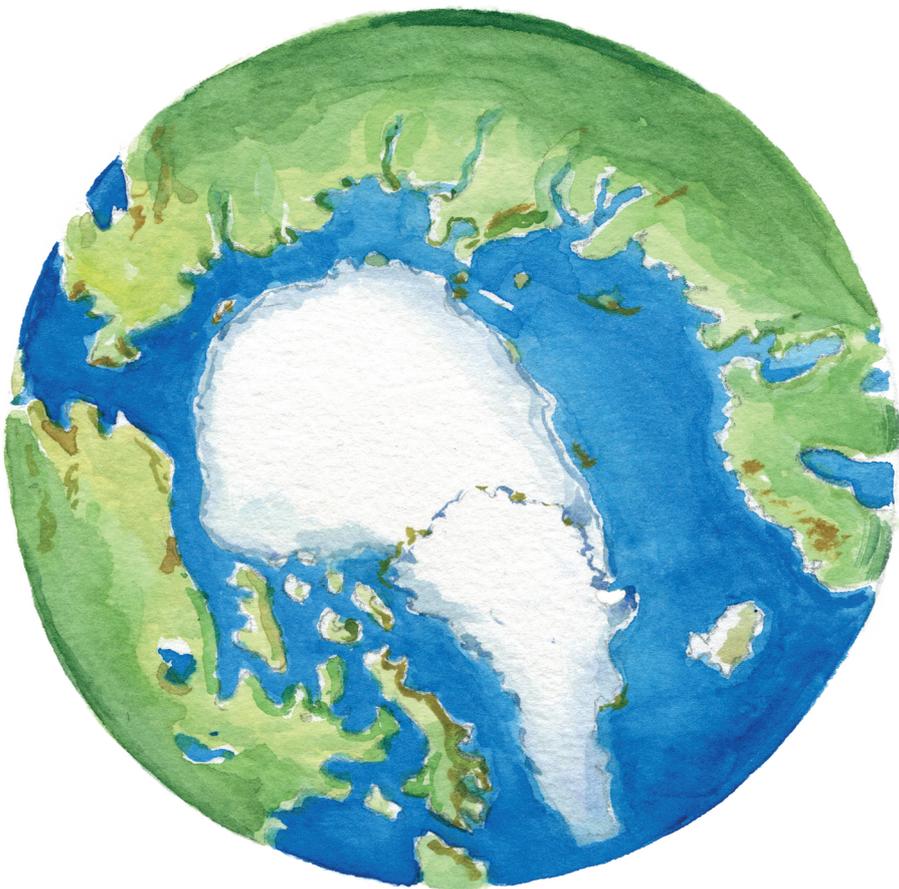
Wieso wandern Tiere, Pflanzen und Menschen, wenn es wärmer wird?

Wieso werden die Ozeane saurer?

Mehr Treibhausgase in der Atmosphäre

Je mehr Treibhausgase sich in der Lufthülle der Erde befinden, desto wärmer wird es. Wenn mehr Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) oder auch Wasserdampf (H_2O) in der Atmosphäre eines Planeten sind, erhitzt sich diese.

Für unsere Erde und somit für unsere Lebensräume würde eine rasche Erwärmung sehr viele Veränderungen bedeuten. Viele von diesen sind mit enormen Schwierigkeiten verbunden. Das schmelzende Eis lässt die Meere ansteigen und vertreibt Menschen, die an den Küsten wohnen. Auf der einen Seite wird es Gebiete geben, in denen es heftigere Stürme und mehr Überschwemmungen geben wird als heute. Auf der anderen Seite wird es aber auch Gebiete geben, in denen es weniger Niederschläge gibt und Dürren häufiger werden.



Info

Folgen

Die Folgen der Erderwärmung machen vielen Lebewesen das Leben zur Hölle. Heftigere Stürme, steigende Meeresspiegel, Überschwemmungen, aber auch Dürren und lange Hitzeperioden sind nur einige von vielen möglichen Folgen.

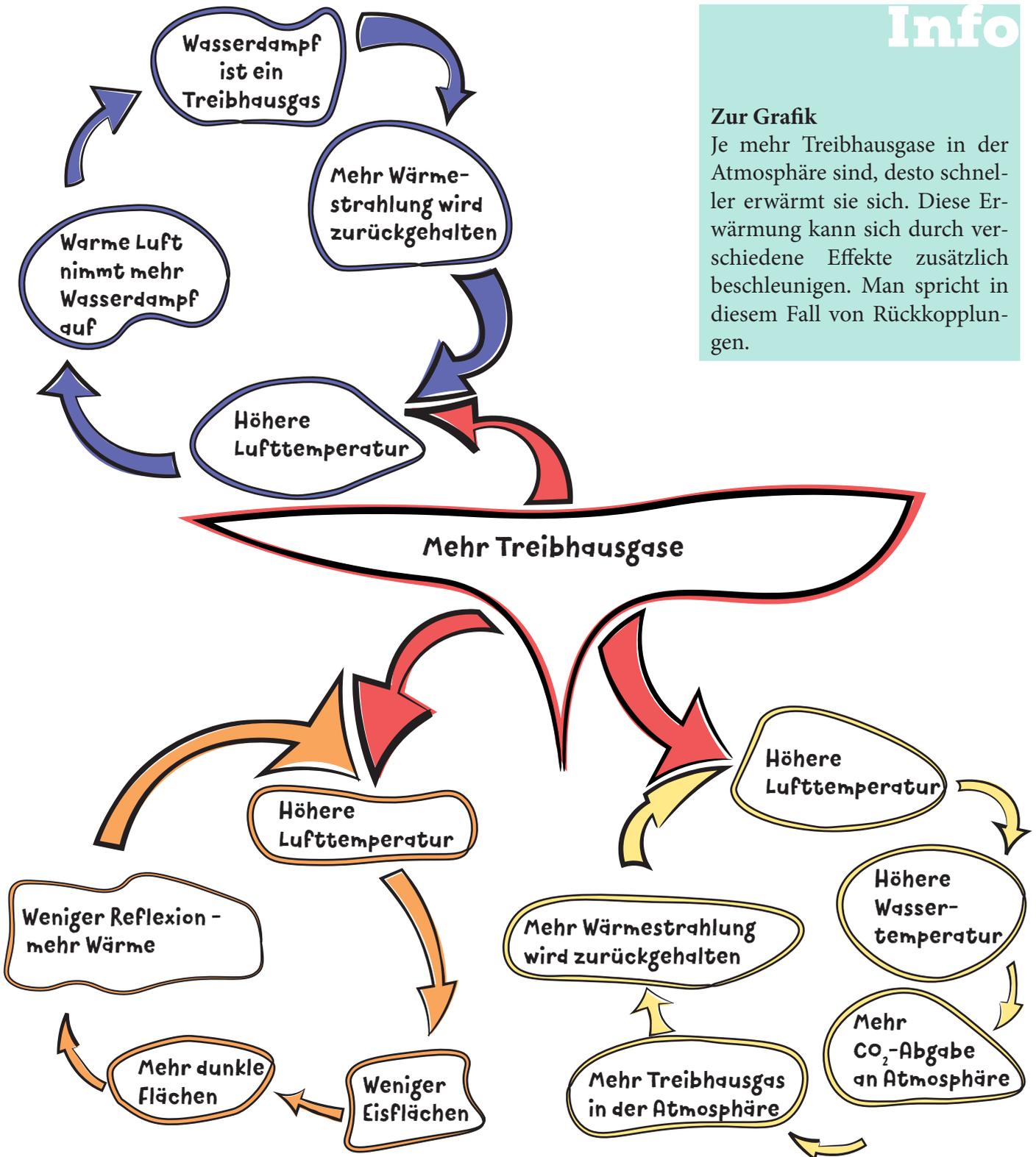
Mehr Treibhausgase in der Atmosphäre

Die zentrale Folge einer höheren Konzentration an Treibhausgasen ist eine Erwärmung der Atmosphäre. Diese zieht unterschiedlichste Folgen nach sich. Je schneller die Erwärmung voranschreitet, desto schwieriger wird es für Lebewesen – egal ob Mensch, Tier oder Pflanze, sich an diese Folgen anzupassen und sich mit den Veränderungen zu arrangieren.

Die Erforschung der Klimageschichte unseres Planeten hat gezeigt, dass das Klima immer wieder zwischen Warmphasen und Kaltphasen (Eiszeiten) wechselt. Setzt einmal eine Erwärmung ein, stößt das Prozesse an, sogenannte Rückkopplungen, die die Erwärmung beschleunigen. So führt beispielsweise der Verlust von weißen Eisflächen zwangsläufig zu einer Erwärmung eines Planeten. Kippt das Klima in Richtung Abkühlung, beschleunigt sich dieser Prozess ebenfalls – mehr weiße Flächen etwa kühlen einen Planeten zusehends ab. In der Erdgeschichte dauerten Prozesse wie diese allerdings meist tausende Jahre. Aktuell geht es sehr schnell in Richtung Erwärmung.



Mehr Treibhausgase in der Atmosphäre



Erwärmung der Meere

Abgabe von Gasen

Wenn sich eine Flüssigkeit erwärmt, gibt sie die in ihr enthaltenen Gase verstärkt ab. Meere enthalten neben Sauerstoff auch riesige Mengen an CO_2 , die beide mit zunehmender Erwärmung vermehrt abgegeben werden. Dies führt zwangsläufig zu einer Erhöhung der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre, was die Erderwärmung zusätzlich verstärkt.

Ausdehnung des Wasserkörpers

Darüber hinaus dehnt sich der gesamte Wasserkörper bei Erwärmung aus, was, neben dem Schmelzen von Eisflächen, auch zu einem Anstieg des Meeresspiegels führt.

Verdunstung

Neben der Abgabe von CO_2 in die Atmosphäre steigt bei erwärmten Flüssigkeiten auch die Verdunstung und es wird mehr H_2O in die Luft abgegeben. Das erhöht den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre, führt zu intensiveren Niederschlägen und verstärkt zusätzlich die Erwärmung.

Intensivere Stürme

Hurricane, Taifun, Zyklon – diese Begriffe stehen alle für schwere Tropenstürme. Sie entstehen bevorzugt dann, wenn das Wasser der Ozeane Temperaturen von über $26,5^\circ \text{C}$ aufweist. Eine Erderwärmung fördert die Erwärmung der Ozeane und damit auch die Intensität dieser zerstörerischen Stürme.



Anstieg des Meeresspiegels

Die Erhöhung des Meeresspiegels ist für stark besiedelte Küstengebiete eine ernste Bedrohung. Zwei Phänomene sind dafür verantwortlich: Einerseits das Abschmelzen von Landeisflächen, wie z.B. jene von Grönland, der Antarktis oder Gebirgsgletschern, andererseits die Ausdehnung des Wasserkörpers bei einer Erwärmung. Etwa ein Sechstel der Eismasse Grönlands würde ausreichen, um den Meeresspiegel um einen Meter ansteigen zu lassen.

In den letzten mehreren hunderttausend Jahren änderte sich der Meeresspiegel, je nach Vereisung unseres Planeten, um bis zu 150 m bezogen auf den heutigen Meeresspiegel. In der letzten eisarmen Phase vor mehreren Millionen Jahren war der Meeresspiegel um etwa 25 m höher als heute.

Die Menschheit profitierte in den letzten 10.000 Jahren von einem verhältnismäßig stabilen Klima und somit auch von einem stabilen Meeresspiegel. Deshalb besiedelten wir Menschen viele Küstenregionen – ein Umstand, der bei steigendem Meeresspiegel ein großes Problem darstellt. Eine Erhöhung des Meeresspiegels um einen Meter würde alleine in Bangladesch 15 Mio. Menschen zur Flucht zwingen.



Info

Steigende Meeresspiegel

Viele Länder der Erde haben große Siedlungsgebiete in der Nähe ihrer Küsten. In Europa sind das etwa viele Regionen in Holland. Es liegt an uns allen, dass diese Regionen nicht irgendwann als „Zu-Niederlande“ in die Geschichte eingehen...

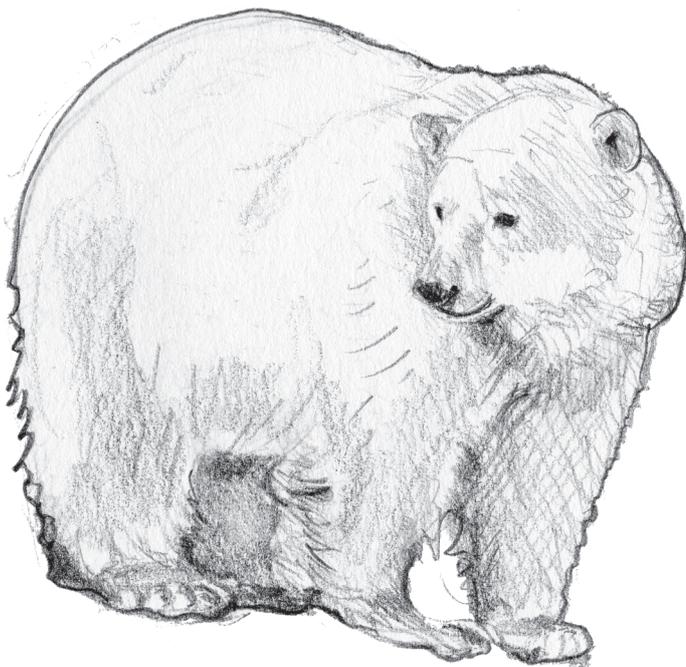
Das „ewige“ Eis

Abschmelzen von Polkappen und Gletschern

Eine Erwärmung der Atmosphäre und der Ozeane führt langfristig zu einem Abschmelzen der weltweiten Eisflächen, auch wenn dieser Effekt durch intensivere Schneefälle regional verzögert werden kann.

Schnee- und Eisflächen reflektieren bis zu 90 % der einfallenden Sonnenstrahlung, ohne dass diese dabei in Wärme umgewandelt wird. Werden diese Flächen reduziert, so treten an ihre Stellen dunklere Wasser- oder Landflächen, die einen Großteil des einfallenden Lichts in Wärme umwandeln. Jeder Verlust von weißen Flächen führt somit automatisch zu einer weiteren Erwärmung der Atmosphäre – auch ohne zusätzliche Treibhausgase.

Ein Gletscherrückgang in den Gebirgen unserer Erde ist mit dem Verlust von wichtigen Süßwasservorräten verbunden. In den Alpen beispielsweise speisen die Gletscher nicht nur zahlreiche Quellen in heißen Sommermonaten, sondern auch die Stauseen der Kraftwerke.



„Weniger weiß – mehr heiß“, damit ist dazu eigentlich von der Logik her alles gesagt. Verliert ein Planet weiße Flächen und werden diese durch dunklere Flächen ersetzt, wird der betroffene Planet zwangsläufig wärmer, weil weniger Sonnenlicht direkt ins All zurück reflektiert wird.

Meeresströmungen

Veränderung von Meeresströmungen

Windsysteme und Meeresströmungen sorgen dafür, dass Wärme aus dem Äquatorbereich zu den Polen transportiert wird und dadurch hohe Breiten gewärmt, niedrige Breiten aber gekühlt werden.

Durch Änderungen des Salzgehalts kann es bei Meeresströmungen zu Veränderungen kommen. Das Schmelzen von Eisflächen führt zu einer Verringerung des Salzgehalts in den umliegenden Meeresbereichen. Gleichzeitig führt eine höhere Verdunstungsrate im Äquatorbereich zu einer Anreicherung des Salzgehalts, was das eigentlich leichtere, warme Wasser „schwerer“ macht. Die Veränderung der Dichte des Wassers kann zum „Einschlafen“ von Meeresströmungen führen.

Info

Zur Grafik

Die „Wetterküche“ Westeuropas ist der Nordatlantik. Die Zutaten für das Wetter und damit das Klima liefert unter anderem der Golfstrom. Eine Abschwächung bzw. ein „Einschlafen“ dieser Meeresströmung hätte vermutlich gravierende Folgen für das Klima in unseren Breiten.



Versauerung der Ozeane, Methaneis & Permafrost

Versauerung der Ozeane

Je mehr CO_2 in der Atmosphäre ist, desto mehr wird durch Ausgleich in die Meere „gedrückt“, auch wenn im Gegenzug die erwärmten Ozeane eigentlich CO_2 abgeben. Daher bildet sich im Wasser mehr Kohlensäure, wodurch der pH-Wert sinkt. Da sinkende pH-Werte Kalk angreifen, werden viele im Meer lebende Organismen zusehends Schwierigkeiten haben, Kalkschalen zu bilden. Dazu gehören nicht nur Schnecken und Muscheln, sondern auch viele Planktonlebewesen, die in ihren Kalkschalen Unmengen an Kohlenstoff binden.

Auch Korallen werden ein Problem haben, ihr Kalkskelett zu bilden. Eine Zerstörung der Korallenriffe hat fatale Folgen. Millionen von Menschen auf unserem Planeten ernähren sich von der vielfältigen Fischfauna dieser Riffe und werden bei einer Zerstörung derselben buchstäblich vor dem Nichts stehen.

Methanhydrat

Zu einem langfristigen Problem kann auch das an Meeresböden ab Tiefen von etwa 500 m abgelagerte Methanhydrat werden. Dabei handelt es sich um in Eis eingeschlossenes Methan (CH_4).

Erwärmen sich die Meere zu stark, wird dieses „Methaneis“ instabil und kann freigesetzt werden – eine sehr unangenehme Rückkopplung, die die Erderwärmung massiv beschleunigen würde.

Auftauen von Permafrostgebieten

Dauerfrostgebiete, also Regionen, in denen die Böden den überwiegenden Teil des Jahres gefroren sind, konservieren Unmengen an gefrorener organischer Substanz. Tauen die gefrorenen Regionen auf, so verwandeln sich zahlreiche Gebiete in Sümpfe, in denen die zuvor gefrorene organische Substanz im Wasser und daher unter Sauerstoffmangel abgebaut wird. Dabei können große Mengen an Methan (CH_4) entstehen. Diese Rückkopplung würde zu einer weiteren Verstärkung der Erderwärmung beitragen.

Verdunstung und Dürren

Erhöhung des Wasserdampfgehalts in der Atmosphäre

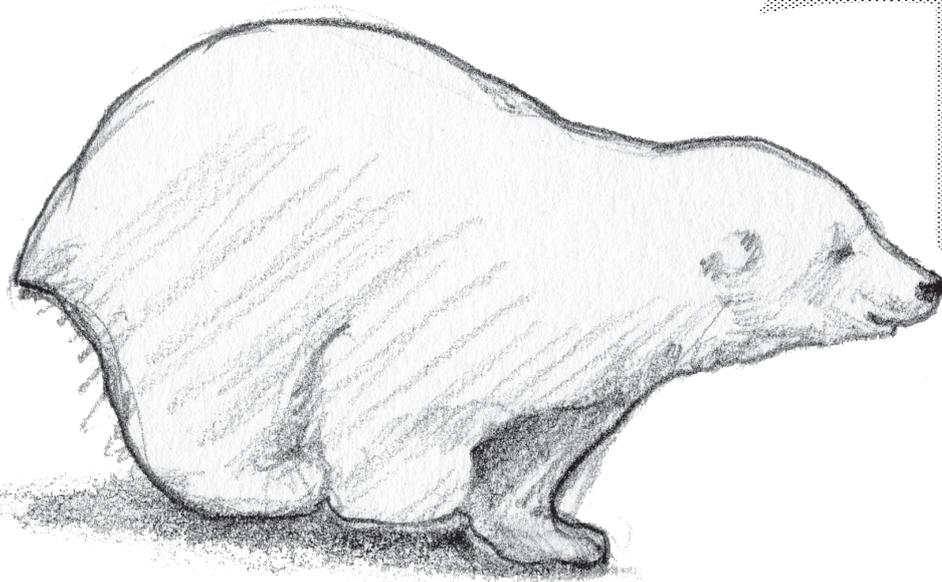
Wir kennen das Phänomen – in den warmen Sommermonaten haben wir nie mit Nebel zu kämpfen. Das liegt daran, dass wärmere Luft mehr Wasserdampf aufnehmen kann. Pro Grad Erwärmung erhöht sich die Kapazität der Wasserdampfaufnahme um etwa 7 %.

Erhöhte Temperaturen führen zwangsläufig zu einer stärkeren Verdunstung in den betroffenen Regionen, dies gilt nicht nur für Wasserflächen, sondern auch für Böden und Waldflächen. Nimmt die Verdunstung zu, kann dies regional zu einer Verschärfung von Dürreperioden führen. Die Logik liegt auf der Hand. Wenn die erwärmte Atmosphäre mehr Feuchtigkeit aufnimmt, verstärken sich global auch die Niederschlagsereignisse. Mehr Energie in der Atmosphäre führt weltweit betrachtet zu extremeren Wetterphänomenen. Intensivere Niederschläge führen zwangsläufig zu häufigeren und intensiveren Überschwemmungen.

Dürren

Während die einen in den Wassermassen fast untergehen, sind andere Regionen unserer Erde mit immer extremeren Dürren konfrontiert. Das liegt daran, dass bei höheren Temperaturen die Verdunstung zunimmt. Ob ein Sommertag bei uns 25° C oder 35° C hat, ist hinsichtlich der Verdunstung ein großer Unterschied. Die Böden trocknen bei Hitze viel rascher aus.

Dies ist vor allem in jenen Regionen der Erde ein großes Problem, die schon jetzt mit Wassermangel zu kämpfen haben. Ein Umstand, der in diesen Ländern auch erhebliches Konfliktpotential mit sich bringt.



Es sei nicht erwiesen, dass eine wärmere Atmosphäre stärkere Stürme hervorbringe, heißt es immer wieder. Es mag sein, dass diesbezüglich die Erfahrungswerte fehlen. In 50 Jahren wird das vermutlich anders aussehen – es steht zu befürchten, dass die Datenlage dann mehr als ausreichen wird.

Klimazonen

Veränderung und Verschiebung von Klimazonen

Unsere gemäßigte Klimazone bietet einen großen Vorteil – wir haben sowohl etwas „Luft“ nach oben als auch nach unten, was die Entwicklung des Klimas betrifft. Anders schaut es in Regionen aus, die sich jetzt schon an der Grenze des „Bewohnbaren“ befinden. Die Tier- und Pflanzenwelt hat mit raschen Klimaveränderungen sehr zu kämpfen, vor allem Pflanzen, die ja bekanntlich nicht so gut zu Fuß sind.

Seit Jahren wird beobachtet, wie sich Tierarten in Richtung Norden ausbreiten. In Mitteleuropa überleben immer mehr Arten, die noch vor einigen Jahrzehnten den kalten Wintern nicht standgehalten hätten.

Verlust von Siedlungsräumen

Durch die Erwärmung werden einige Regionen im hohen Norden eventuell mit längeren Vegetationsperioden gesegnet. Dennoch könnten große soziale Probleme entstehen, wenn sich die derzeitigen Ballungsräume durch externe Umwelteinflüsse so stark verändern, dass sie nicht mehr bewohnbar sind. Deshalb wird es für uns auch entscheidend sein, wie sich die Situation in den vom Menschen dicht besiedelten Regionen der Erde entwickelt. Am prekärsten wäre wohl die Unbewohnbarkeit von derzeitigen Ballungsräumen. Die „Stärken“ unserer jungen Spezies im Umgang mit Migrationsströmen sind ja hinlänglich bekannt. Wichtige Faktoren in dieser Hinsicht sind vor allem die Zeitspannen, in denen die Veränderungen stattfinden – je langsamer, umso eher werden sie verkraftbar sein.



Von mancher Seite ist zu hören, dass die eine oder andere Region vom Klimawandel auch profitieren werde. Es mag schon sein, dass man sich in Zukunft in Sibirien mit dem Anbau von Südfrüchten beschäftigt. Die Frage ist, wie groß das Theater wird, wenn jene Menschen, die Kompetenzen im Umgang mit den entsprechenden Früchten haben, alle nach Sibirien migrieren...

Folgen der Erderwärmung

Gute Propheten sind selten. Deshalb kann man auch nicht genau vorhersagen, wie z.B. das Klima in bestimmten Regionen in 50 Jahren aussehen wird.

ABER... weil sich die Natur immer an ihre Gesetze hält, weiß man, dass

... in einer erwärmten Atmosphäre mehr Eis von den Gletschern und Polkappen schmilzt. Das führt zu einer Erhöhung des Meeresspiegels und zu einem Verlust von Süßwasserspeichern.

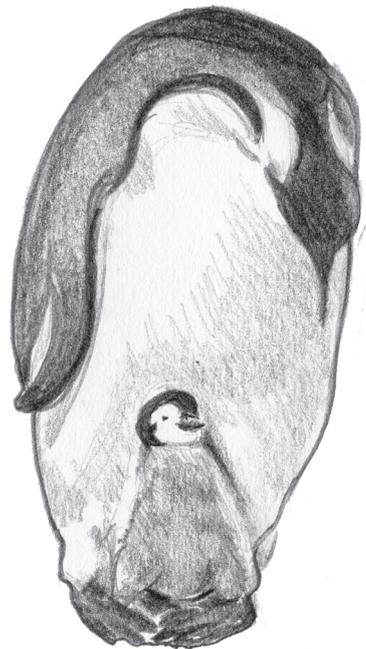
Außerdem wirken Eisflächen wie Spiegel – sie reflektieren Sonnenlicht ins All, ohne dass dieses in Wärme umgewandelt wird. Werden diese weißen Flächen weniger, trifft mehr Sonnenlicht auf dunkle Flächen, das verstärkt die Erderwärmung zusätzlich.

... wärmere Luft mehr Feuchtigkeit aufnimmt.

Mehr Feuchtigkeit in der Atmosphäre – pro Grad Erderwärmung sind das etwa 7 % – bedeutet auch intensivere Niederschlagsereignisse.

... eine erwärmte Atmosphäre auch die Meere erwärmt.

Wärmeres Wasser gibt Gase wie CO₂ verstärkt an die Atmosphäre ab – das verstärkt die Erderwärmung zusätzlich.



Klimaänderungen sind ein Motor für Migration. Egal ob Mensch, Tier oder Pflanze, wenn der angestammte Lebensraum sich zu stark verändert und den Bedürfnissen, die eine Art an ihre Umgebung hat, nicht mehr gerecht wird, ist Migration in andere Gebiete die einzige Wahl.

Temperaturveränderung seit 1885

Info

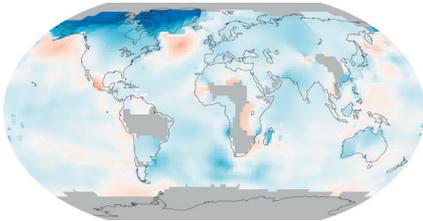
Material

13 Bilder seit 1885

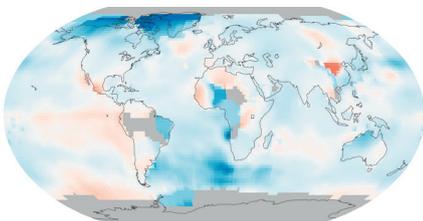
Slideshow der NASA abrufbar unter:

<https://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/decadaltmp.php?all=y>

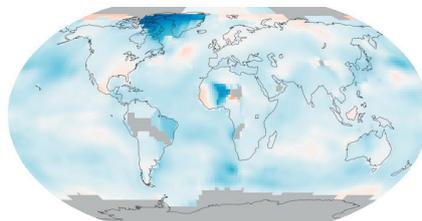
Aus den 13 Bildern kann ein Daumenkino gebastelt werden. Alternativ kann über den Link direkt auf die Slideshow zugegriffen werden.



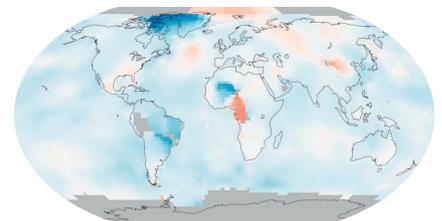
1885-1894



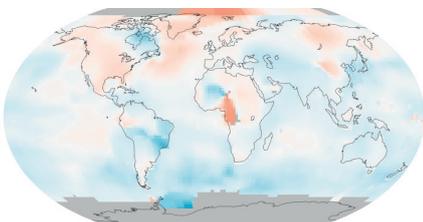
1895-1904



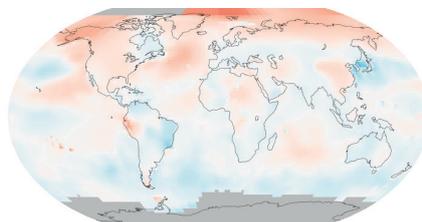
1905-1914



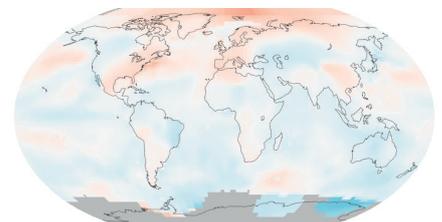
1915-1924



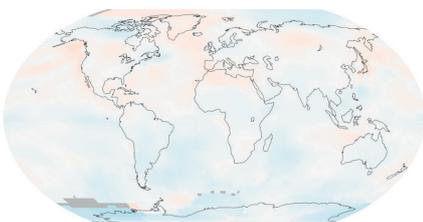
1925-1934



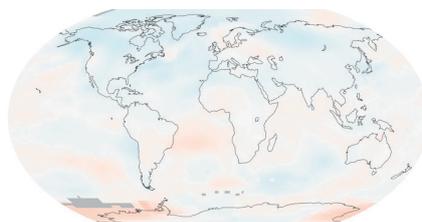
1935-1944



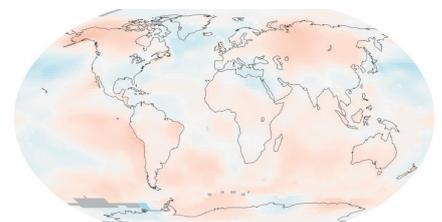
1945-1954



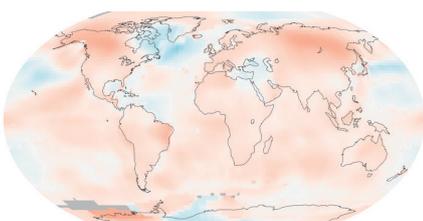
1955-1964



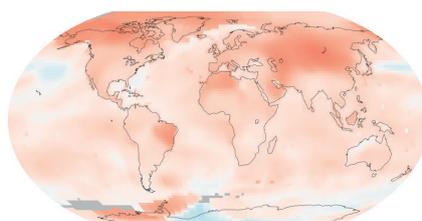
1965-1974



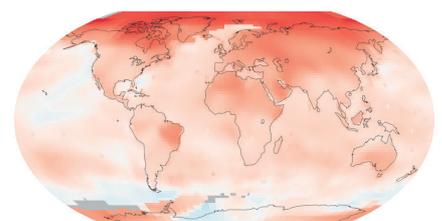
1975-1984



1985-1994



1995-2004



2005-2015

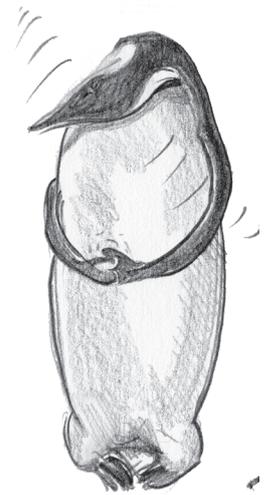
Ziel

Die Bilder der NASA beweisen, dass die Atmosphäre immer wärmer wird. Die Grafiken beziehen sich auf den Referenzzeitraum 1951-1980. Deshalb weisen die Bilder in diesem Zeitraum kaum Abweichungen auf.

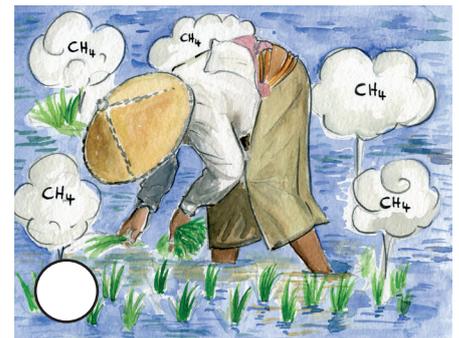
Klimawissen



Icy und Pingu haben in der Schule mal wieder geblödel und haben die Texte von den verschiedenen Bildern geklaut. Jetzt haben sie das Problem, dass sie die Sätze (1-8) den Bildern nicht mehr richtig zuordnen können. Kannst du ihnen helfen?



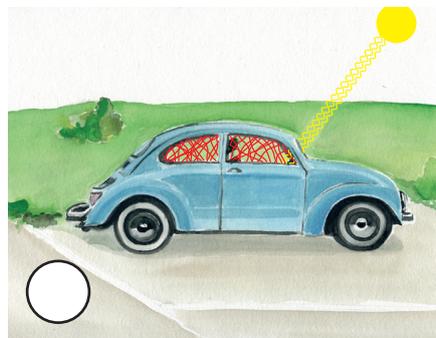
2) Gase wie Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O), die FCKWs oder Wasserdampf (H_2O) halten Wärme in der Atmosphäre zurück und sorgen somit für die Erderwärmung.



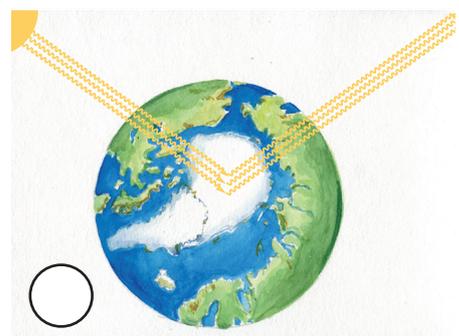
5) Die vereisten Polkappen sind wichtig, weil sie Sonnenstrahlen direkt ins All reflektieren und daher die Atmosphäre kühlen.



7) Küstennahe Gebiete, wie z.B. in den Niederlanden, sind von einem Meeresspiegelanstieg am meisten gefährdet.



6) Eine erwärmte Atmosphäre und erwärmte Ozeane führen zu heftigeren Stürmen.



1) Die Erderwärmung ist vergleichbar mit einem an der Sonne geparkten Auto – die kurzwelligeren Sonnenstrahlen kommen durch die Scheiben hinein – die langwellige Wärmestrahlung kann aber nicht mehr aus dem Auto hinaus.

8) Die Brandrodung von Regenwäldern ist für das Klima doppelt bitter – dabei entsteht viel CO_2 und gleichzeitig wird die Fläche, die CO_2 aufnehmen kann, verringert.

4) Kohlendioxid entsteht z.B. bei der Verbrennung von organischem oder fossilem Material wie Holz, Kohle, Benzin oder Diesel.

3) Das Gas Methan entsteht unter anderem beim Reisanbau.

