



Klimabasics

Abschmelzen (Polkappen, Gletscher, Grönland Eisschild)

Fülle die folgenden Begriffe in den Lückentext ein:

DOPPELT SO SCHNELL; EISFREIE; REFLEKTIERT; VERRINGERT; ERWÄRMUNG; SCHMELZEN; BESCHLEUNIGT; SCHWÄCHT; GLETSCHERSPALTEN; INS MEER; SCHNEEFALL; ZUNAHMEN;

Die durchschnittlichen Temperaturen in der Arktis sind in den letzten 100 Jahren fast **doppelt so schnell** gestiegen wie im globalen Mittel. Einige Klimamodelle kommen zu dem Resultat, dass das Meereis in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts im Spätsommer fast vollständig verschwinden wird. Der Kipp-Punkt für eine sommerlich **eisfreie** Arktis ist wahrscheinlich schon sehr nah oder sogar bereits überschritten.

Eine große Eisfläche wie die Fläche der Arktis hat wegen der weißen Farbe eine hohe Albedo. Das bedeutet, dass ein großer Teil der einfallenden Sonnenstrahlung **reflektiert** wird. Erwärmt sich nun die Atmosphäre und Teile der Arktis schmelzen, **verringert** sich die Albedo der Erdoberfläche. Dadurch wird weniger Sonnenstrahlung reflektiert und der Untergrund erwärmt sich stärker.

Ein weiterer Anstieg der Temperatur in der Atmosphäre ist die Folge. Dieser Prozess - **Erwärmung** der Atmosphäre, **Schmelzen** von Schnee- und Eismassen, Verringerung der Oberflächenalbedo, verstärkte Erwärmung der Atmosphäre - ist einer der größten positiven Rückkopplungseffekte im Klimasystem.

Ein positiver Rückkopplungsmechanismus **beschleunigt** den Anfangsimpuls, in diesem Falle die Erwärmung des Klimas, ein negativer **schwächt** ihn dagegen ab. Taut die Arktis infolge einer Klimaerwärmung, wird diese Erwärmung durch die positive Rückkopplung weiter verstärkt.

Grönland ist die größte Insel der Erde und hat eine Gesamtfläche von 2,1 Millionen Quadratkilometern, ist also mehr als sechsmal so groß wie Deutschland. Ungefähr 80 Prozent der Fläche Grönlands sind von einem dicken Eispanser, dem Grönländischen Eisschild, bedeckt. Im Mittel ist das Eis etwa 2000 Meter dick, an den dicksten Stellen sogar über 3000 Meter.

Wenn der Eisschild an der Oberfläche zu schmelzen beginnt, entstehen Seen, deren Wasser durch **Gletscherspalten** in die Tiefe bis auf den felsigen Grund der Insel gelangt. So entstehen Flüsse unter dem Eis, auf denen die Eismassen in Richtung Ozean gleiten. Das bedeutet, dass die Eismassen aufgrund der höheren Temperaturen schneller abschmelzen und sich ebenso schneller **ins Meer** bewegen. Der dynamische Eisverlust (beispielsweise Verlust von Schelfeis oder Verlust schwimmender Gletscherzungen) erklärt etwa die Hälfte des Eismassenverlustes in Grönland.

Der Rest des Massenverlustes ist dadurch bedingt, dass die Verluste durch das Abschmelzen größer waren als der Zuwachs durch **Schneefall**. Falls diese Prozesse - größere Eismassenverluste als **Zunahme** durch Schneefall - in den kommenden Jahrhunderten anhalten, rechnen die Forscher mit dem vollständigen Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes und einem daraus folgenden Anstieg des Meeresspiegels von bis zu 7 Metern.

¹Schelfeise sind am Rand polarer Landflächen vorkommende, im Meerwasser schwimmende, große Eistafeln. Sie sind mit einem Gletscher an Land verbunden und ragen ins offene Meer hinaus. An diesem äußeren Ende im Meer brechen immer wieder große Teile ab und lösen sich in Eisberge auf. Dieser Prozess wird als "Kalben" bezeichnet.





Klimabasics

Auftauen des Permafrostbodens

Fülle die folgenden Begriffe in den Lückentext ein:

PERMAFROSTBODEN; LUFT; STERBEN; ZERSETZENDE MIKROORGANISMEN; EISZEIT; ERWÄRMUNG; VERHINDERN; HÖHEREN; TREIBHAUSGASE; "POSITIVE RÜCKKOPPLUNG"; MEHR; WEITER;

In großen Teilen der Nordhalbkugel der Erde ist der Boden fast das ganze Jahr gefroren. Diesen Boden nennt man **Permafrostboden**. Nur im Sommer taut die oberste Schicht für wenige Monate auf, und es entstehen einem Moor ähnliche Landschaften, weil das Schmelzwasser nicht in tiefere, noch gefrorene Schichten sickern kann. Die Pflanzen, welche im Sommer dort wachsen, nehmen Kohlenstoffdioxid aus der **Luft** auf und binden diesen.

Wenn der Boden zum Winter hin wieder gefriert, **sterben** die Pflanzen ab. Aufgrund der tiefen Temperaturen können **zersetzende Mikroorganismen** diese abgestorbenen Pflanzen aber nur zu geringen Teilen wieder verarbeiten und zu CO₂ umsetzen. Die unzersetzten Vegetationsreste lagern sich jährlich Schicht für Schicht als gefrorener Boden auf.

So wurde seit der letzten **Eiszeit** eine große Menge Kohlenstoff im Permafrostboden gespeichert.

Durch die globale **Erwärmung** kommt es nun dazu, dass die höheren Oberflächentemperaturen in vielen früheren Permafrostgebieten das Wiedergefrieren des Bodens zum Winter hin **verhindern**. Ebenso nimmt die Tiefe des gefrorenen Bodens ab.

Durch die **höheren** Temperaturen können nun die Mikroorganismen die abgelagerten Pflanzenteile zersetzen, was dazu führt, dass von ihnen in zunehmendem Maße CO₂ und Methan ausgestoßen wird.

Diese **Treibhausgase** gelangen in die Atmosphäre und beschleunigen den Klimawandel und somit auch das weitere Auftauen von Permafrostböden...

Es besteht eine **positive Rückkopplung**:

Ein positiver Rückkopplungsmechanismus verstärkt den Anfangsimpuls, in diesem Falle die Erwärmung des Klimas, ein negativer schwächt ihn dagegen ab. Tauen die Permafrostböden infolge einer Klimaerwärmung, wird diese Erwärmung durch das Freisetzen von Treibhausgasen weiter verstärkt.

Bei den Permafrostböden besteht folgendes Problem: Sie werden bei einer Erwärmung der Erde in immer längeren Zeiträumen aufgetaut sein und **mehr** Treibhausgase freisetzen. Dies bedeutet, dass die Permafrostböden den Klimawandel bei einer gestiegenen Temperatur **weiter** vorantreiben, auch wenn die anthropogenen (menschengemachten) Treibhausgasemissionen auf null reduziert worden sind.





Klimabasics

Amazonas Regenwald und boreale Wälder

Fülle die folgenden Begriffe in den Lückentext ein:

LUNGE; CO₂; SAUERSTOFF; ARTENREICHTUM; ABHOLZUNG; WEIDELAND; RINDERZUCHT; KAPAZITÄT; BRANDRODUNGEN; AUSZUTROCKNEN; NADELWÄLDER; ERWÄRMUNG; KRANKHEITEN; BODENFEUCHTE; WALDABHOLZUNGEN; WENIGER; FREIGESETZT;

Der Amazonas Regenwald ist etwa so groß wie die Fläche der Vereinigten Staaten von Amerika und damit das größte tropische Regenwaldgebiet der Erde. Tropische Regenwälder werden oft als „Lunge des Planeten“ bezeichnet, da sie große Mengen CO₂ aus der Luft aufnehmen und Sauerstoff wieder abgeben.

Gleichzeitig besitzen sie auch einen großen Artenreichtum, der etwa 10 % der weltweiten biologischen Vielfalt ausmacht.

Die Fläche des Amazonas Regenwaldes nimmt aber durch rücksichtslose Abholzung, Holzeinschläge, Ausbau der Infrastruktur und Umwandlung von Waldfläche in Weideland oder landwirtschaftlich genutzte Flächen (z.B. für Rinderzucht und Sojaanbau) immer weiter ab. Etwa 17% der ursprünglichen Fläche des Regenwaldes sind bereits vernichtet und nochmal so viel geschädigt.

Durch die Abnahme seiner Fläche, nimmt auch die Kapazität zur Bindung von Kohlendioxid ab und durch Verfahrensweisen, wie Brandrodungen gelangt zudem auch noch zusätzliches CO₂ in unsere Atmosphäre.

Bei Fortsetzung der Erderwärmung droht der Amazonas Regenwald auszutrocknen. Einige Modelle erwarten dessen Kollaps schon in diesem Jahrhundert.

Boreale Wälder umfassen mehr als zwei Drittel der weltweiten Waldflächen und befinden sich etwa zwischen dem 50. und 70. Breitengrad auf der Nordhalbkugel. Diese sind hauptsächlich Nadelwälder.

Die globale Erwärmung führt zu verstärkter Trockenheit und größerer Hitze im Sommer. Dies stellt eine Gefährdung der Wälder dar. Die Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Parasiten nimmt zu, während die Reproduktionsrate weiter abnimmt. Ebenso entstehen durch die Trockenheit häufiger Waldbrände.

Es kommt zur Ausweitung von Grasland, wodurch das Niveau der Bodenfeuchte abnimmt, da keine komplexen Wurzelsysteme wie im Wald mehr vorhanden sind, die die Wasserspeicherung des Bodens erleichtern.

Etwa 90 % des weltweiten Papier & Schnittholzbedarfs wird aus borealen Wäldern gedeckt. Hierbei nehmen deren Fläche gleichermaßen durch Waldabholzungen und nicht nachhaltige Forstwirtschaft ab.

Folgen: Die Wälder können weniger CO₂ aus der Luft binden. Es kommt zur Abnahme der Bodenfeuchte, wodurch im Boden gebundener Kohlenstoff freigesetzt wird.





Klimabasics

Kippunkte im Ozean

Fülle die folgenden Begriffe in den Lückentext ein:

**TEMPERATURSCHWANKUNGEN; TEMPERATURGEFÄLLE; STEIGT AUF; WOLKEN; REGENWÄLDERN;
TROCKENE; LUFT; OSTPAZIFIKS; WESTPAZIFIKS; AUSBLEIBEN; STRÖMT; ERWÄRMUNG; DÜRREN;
ÜBERSCHWEMMUNGEN; HÄUFIGER; STARKE; CO₂-AUSSTOßES; WACHSEN; ÜBERLEBEN;
LEBENSÄUMLICHKEITEN;**

Im tropischen Pazifik werden im Vergleich zu anderen Ozeanen die stärksten Temperaturschwankungen der Wasseroberflächentemperaturen beobachtet. Dabei weist der Pazifik ein deutliches Temperaturgefälle entlang des Äquators auf: Im Westpazifik kann die Temperatur der Wasseroberfläche etwa 30 Grad Celsius erreichen, während diese im Ostpazifik etwa 10°C darunter liegt.

Normalerweise erwärmt sich die Luft über dem Westpazifik und steigt auf. Hierbei bilden sich hohe Wolken mit großen Niederschlagsmengen, welche zum Beispiel den tropischen Regenwäldern in Indonesien zugute kommen. Über dem kälteren Ostpazifik sinken die Luftmassen wieder ab und sorgen so für sehr trockene klimatische Bedingungen, sodass etwa in Südamerika küstennahe Wüsten existieren.

Die Passatwinde (Winde, die immer aus der gleichen Richtung wehen) tragen die abgesunkene Luft wieder in Richtung des Ostpazifiks. Dabei entsteht eine Meeresströmung, welche das warme Wasser an der Oberfläche des Westpazifiks in den Westen bringt, während kaltes Wasser aus den tieferen Schichten nachströmt.

Schwächen die Passatwinde ab, entsteht das Phänomen El Niño vor Südamerika. Dabei sind die Oberflächentemperaturen des Ozeans in einem großen Gebiet im Ostpazifik ungewöhnlich erhöht. Die Schwächung oder das Ausbleiben der Passatwinde verhindert hierbei, dass kaltes Tiefenwasser an die Oberfläche strömt. Es kommt zur Erwärmung des tropischen Pazifiks. Diese Veränderung der Meeresoberflächentemperatur verursacht beispielsweise in Australien und Indonesien Dürren und Brände sowie starke Niederschläge mit Überschwemmungen in Regionen Südamerikas. Durch den Klimawandel kommt es zur permanenten Erwärmung der Ozeane, wodurch das El-Niño-Phänomen immer häufiger auftritt.

Außerdem hat die Erwärmung der Ozeane starke Auswirkungen auf Algen. Algen zählen zu den größten CO₂-Speichern unserer Erde. Sie nehmen ca. 40% des von Menschen verursachten CO₂-Ausstoßes auf. Warmes Wasser ist weniger sauerstoffreich und dadurch können nicht mehr so viele Algen wachsen.

Auch die Korallenriffe leiden unter der Erwärmung der Ozeane. Korallen pflegen eine Lebensgemeinschaft mit Algen, die auf ihnen siedeln und ohne die sie nicht überleben können. Beschädigte Algen werden von Korallen abgestoßen. Es kommt zur Korallenbleiche, was die Zerstörung zahlreicher Lebensräume nach sich zieht.

Text orientiert an: Umweltbundesamt: Kipp-Punkte im Klimasystem – Welche Gefahren drohen?

Zu finden unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3283.pdf>

Weitere Informationen unter [fffutu.re/2mo1](https://www.fffutu.re/2mo1)

