

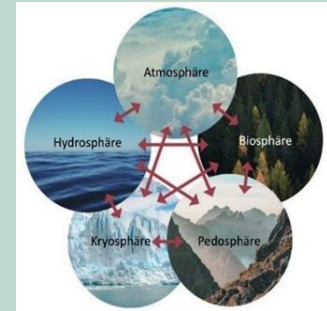
Aktivität 12 – Achillesferse im Klimasystem: Kippunkte

Wie stabil ist das System Erde?

Information:

Das Klimasystem der Erde wird von mehreren wichtigen Bereichen (den Hauptbestandteilen) beeinflusst. Dazu gehören:

- die Hydrosphäre (alles Wasser),
- die Atmosphäre (die Luft),
- die Kryosphäre (Eis und Schnee),
- die Pedosphäre und Lithosphäre (Böden und Gesteine)
- und die Biosphäre (alle Lebewesen).



Wenn sich die Erde **global erwärmt** (also immer wärmer wird), setzt das Prozesse in Gang, die all diese Bereiche auf verschiedene Weise verändern. Manche Prozesse **verstärken sich selbst**. Ein Beispiel: Steigt die Temperatur, verdunstet mehr Wasser, und weil **Wasserdampf** ein **Treibhausgas** ist, wird die Atmosphäre noch wärmer. Das führt dann erneut zu **mehr Verdunstung**.

Solche **selbstverstärkenden Rückkopplungen** können dazu führen, dass das **Klimasystem** ab einem bestimmten Punkt plötzlich in eine **Heißzeit** kippt. Dieser Punkt wird auch **Kippunkt** genannt. „Kippen“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass sich die Veränderungen immer weiter hochschaukeln und **nicht mehr aufzuhalten** oder rückgängig zu machen sind.

Die Folgen dieser Kippunkte für die Umwelt können sehr groß sein. Sie könnten zum Beispiel dafür sorgen, dass die **Lebensgrundlagen** vieler Millionen Menschen in Gefahr geraten.

Aufgabe 1: Das globale Klimasystem

Du weißt nun, was Kippunkte sind. Überprüfe dein Wissen anhand der folgenden Aussagen. Kreuze richtige Antworten an und verbessere die falschen.

Die Hauptbestandteile des Klimasystems stehen in einer Wechselwirkung zueinander.

Diese sind Wasser, Luft, Eis und Schnee, Strom, Böden und Gestein.

Diese sind Wasser, Luft, Eis und Schnee, Böden, Gestein und alle Lebewesen.

Die globale Erderwärmung setzt selbstverstärkende Prozesse in Gang.

Wenn Kippunkte erreicht sind, müssen wir dringend handeln.

Wir müssen dringend handeln, bevor unumkehrbare Kippunkte

nicht mehr verhindert werden können.

Die Folgen einer Überschreitung kann der Mensch rückgängig machen.

Das Erreichen eines Kippunktes kann nicht mehr rückgängig gemacht werden.



Aufgabe 2: Kippunkte der Erde

Materialien:

- ✓ 21 Kärtchen: Abbildungen (A), Erläuterungen (B) und Folgen (C) zu den Kippunkten
- ✓ Eine Weltkarte mit den Kippunkten

Durchführung:

Auf der Weltkarte sind Kippunkte und die betroffenen Teile des Klimasystems in unterschiedlichen Farben eingezeichnet:

Eiskörper ■ Strömungssysteme ■ Ökosysteme ■



1. Legt die Kärtchen mit den Abbildungen der Kippunkte (A) auf den Tisch und sortiert sie nach der Farbe. Legt rechts davon die Kärtchen mit den Erläuterungen zu den Kippunkten (B) aus, daneben die Folgen (C).

2. Ordnet die Kärtchen entsprechend und bildet die Zusammenhänge.

Siehe nächste Seite

3. a) Betrachtet die Weltkarte. Wo liegen die auf den Kärtchen angesprochenen Kippunkte?

Kippunkte können auf der gesamten Welt gefunden werden.

b) Formuliert „Wenn...dann“-Sätze, mit Ursache und Wirkung. Wo findest du noch Zusammenhänge zwischen den Systemen.

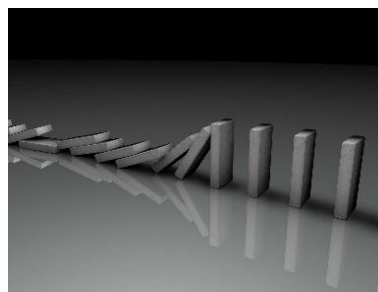
Siehe Zusatzmaterial, z.B.: „Wenn es immer wärmer wird, schmilzt immer mehr Eis in der Arktis ab,

dann sinkt die Albedo. Wenn die Albedo der Arktis sinkt, dann wird weniger Sonnenlicht beim

Auftreffen reflektiert. Wenn weniger Sonnenlicht reflektiert wird, dann wird mehr Sonnenlicht

absorbiert. Wird mehr Sonnenlicht absorbiert, dann wird es immer wärmer.“

c) Man kann diese Kippunkte mit dem „Domino-Effekt“ vergleichen. Warum? Diskutiert!

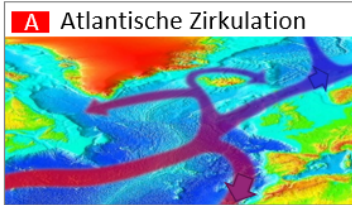


<https://pixabay.com/de/illustrations/domino-schaltkreis-element-konzept-163522/>

Wenn ein Dominostein umfällt, stößt er den nächsten Dominostein um, usw. Ähnliche / Gleiche Effekte

können auf der Erde auftreten: Wird ein Kippunkt ausgelöst, können die Folgen davon den nächsten

Kippunkt auslösen, usw.

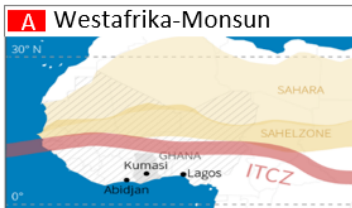


B Zu viel Süßwasser

Die Wasserströmungen der Ozeane werden durch Temperatur- und **Salzkonzentrationsunterschiede** des Wassers verursacht. Die Eisschmelze auf Grönland verändert die Salzkonzentration des Wassers.

C Meeresströmungen ändern sich

Wenn es im Meer keine unterschiedlichen Konzentrationen von Salz gibt und die Temperaturen sich angleichen, dann ändert sich **Strömungen** der Ozeane oder die Strömungen verschwinden ganz. Ohne den Golfstrom wäre es z.B. in Europa 7-10°C kühler als heute.

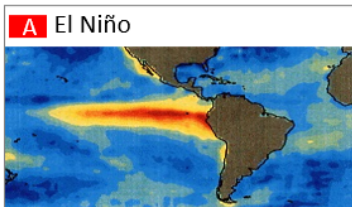


B Feuchte Luft vom Atlantik

Heiße Luft steigt am Äquator auf und es entstehen Tiefdruckgebiete, die sich aneinanderreihen. Diese Zone wird Innertropische Konvergenzzone (ITC) genannt. Eine Folge: Feuchte Luft strömt vom Atlantik her ein und regnet sich über dem Festland als Monsun ab.

C Dürren entstehen

Die Erderwärmung führt zu einer Verlagerung der ITC und folglich auch des Monsuns. So könnten viele Gebiete auf der Erde trockener werden oder aber ergrünen. Eine enorme Folge für die dortigen **Ökosysteme!**

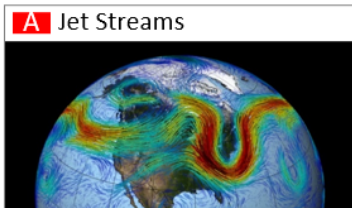


B Das Wetter spielt verrückt

Beim „El Nino-Phänomen“ erwärmt sich die Meeresoberfläche im Pazifik nahe des Äquators stärker als normal. Dies führt zu Hitze und Trockenheit in Australien, Südostasien und Südafrika. Der Regen, der dort fehlt, geht reichlich über der Westküste Südamerikas nieder.

C Extreme nehmen zu

Durch den Klimawandel und den damit verbundenen Temperaturanstieg verstärken sich **Wetterextreme** in Auswirkung und Häufigkeit. Während Gebiete wie z.B. Australien unter Hitzewellen leiden, werden Teile Südamerikas immer häufiger überschwemmt.



B Luftströmungen im Norden

In 7 bis 12 Kilometern Höhe schlängelt sich eine Luftströmung um die Nordhalbkugel. Sie trennt die kalte Luft des Nordens vom wärmeren Süden. Ihre Geschwindigkeit ist inzwischen so langsam, dass sich **Großwetterlagen** über viele Wochen nicht auflösen.

C Anhaltende Großwetterlagen

Schon immer gab es Kälte- und Hitzewellen, Starkregen und Dürren. Der Einfluss des Jet Streams, der für einen ständigen Wechsel dieser Wetterlagen gesorgt hat, nimmt immer mehr ab. Lebensräume sind dadurch länger von den Auswirkungen betroffen.

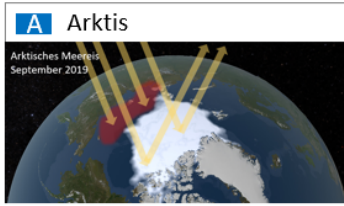


B Überschwemmungen

Im Sommer wird die Luft über dem Indischen Subkontinent bis zu 50 °C heiß. Die Luft steigt schnell auf, es entsteht ein **Tiefdruckgebiet**, welches feuchte Luft vom Pazifik anzieht. Diese Luft strömt über Land und regnet sich ab.

C Abhängigkeit der Landwirte

Die Landwirtschaft Indiens ist sehr stark an den dortigen Monsun angepasst. Verschiebt sich die Regenzeit, bzw. bleibt sie ganz aus, kann es zu Ernteausfällen und somit Hungersnöten kommen.

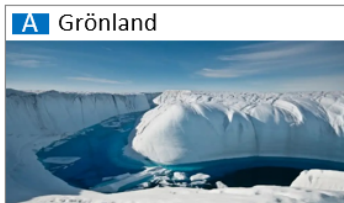


B Albedo

Bestimmte Oberflächen der Erde können die Sonnenstrahlung direkt zurück ins Weltall reflektieren. Eis kann dies besonders gut, Wasser kann das weniger gut. Dies wird als *Albedo α* bezeichnet

C Weiß verschwindet

Die Eisschmelze der Arktis und anderer Gebiete verringert die dortige *Albedo α* . Das bedeutet, weniger einfallendes Sonnenlicht wird reflektiert, sondern absorbiert. Die Erde erwärmt sich, der Treibhauseffekt wird dadurch verstärkt.



B Eisschmelze im Norden

Bei steigenden Temperaturen wird der gesamte **Eisschild** auf dem Festland instabil und rutscht ins Meer ab. Am Boden der Eisschicht bildet sich durch Schmelzwasser ein Schmierfilm, der durch Schmelzwasser wächst.

C Mehr Wasser? I

Gelangt Wasser von Festlandgletschern in die Ozeane, steigt der Meeresspiegel, viele Küstenregionen der Erde könnten dadurch dauerhaft überflutet werden. Zudem nimmt die Konzentration von Salz im Wasser ab, was zu einem **Versiegen** von Meeresströmungen führen kann.

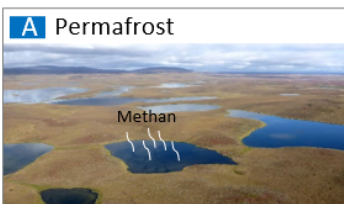


B Eisschmelze im Süden

Bei steigenden Temperaturen wird der gesamte Eisschild auf Festland instabil, aber auch das Eis auf dem Meer verschwindet. Dann rutschen die **Festlandgletscher** ungebremst ins Meer ab.

C Mehr Wasser? II

Gelangt Wasser von Festlandgletschern in die Ozeane, steigt der Meeresspiegel, viele Küstenregionen der Erde könnten dadurch dauerhaft überflutet werden. Zudem nimmt die Konzentration von Salz im Wasser ab, was zu einem Versiegen von Meeresströmungen führen kann.



B Methanhydrat I

In den Permafrostgebieten lagern große Mengen von Methan in Kristallform, sogenannte Methanhydrate. Bei höheren Temperaturen schmelzen diese und das Methan gelangt in die Atmosphäre.

C Methan – ein Treibhausgas I

Methan ist ein starkes Treibhausgas. Gelangt es in die Atmosphäre, verstärkt sich auch der Treibhauseffekt.



B Methanhydrat II

Am Grund von Meeren und Seen lagern große Mengen Methanhydrat (Methan in gefrorenem Wasser). Sie brauchen tiefe Temperaturen und hohen Druck, um nicht als Treibhausgas in die Atmosphäre zu steigen..

C Methan – ein Treibhausgas II

Methan ist ein starkes Treibhausgas. Gelangt es in die Atmosphäre, verstärkt sich auch der Treibhauseffekt.

A Amazonas Regenwald



B Die grüne Lunge der Erde
Die tropischen Regenwälder sind ein Puffer im Erdklimasystem. Pflanzen nehmen CO₂ auf und speichern es in ihrer Biomasse. Ein Großteil der Niederschläge stammt aus über dem Wald verdunstetem Wasser. Erderwärmung und Abholzung vernichten Teile der Regenwälder.

C Ein CO₂-Puffer verschwindet
Durch die Abholzung der Tropischen Regenwälder wird das in ihnen gespeicherte CO₂ wieder frei gesetzt. Gleichzeitig fehlen die Pflanzen für die Photosynthese. Es wird somit weniger CO₂ aus der Atmosphäre entnommen. Außerdem verdunstet weniger Wasser.

A Tropische Korallenriffe



B Farbenpracht
Die von bestimmten Tieren im Meer gebildeten einzigartigen Ökosysteme mit einer sehr großen Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten reagieren sehr empfindlich auf **Temperaturschwankungen** und eine Versauerung des Wassers.

C Verblässende Farben
Die Korallenriffe werden durch den Anstieg der Wassertemperatur und die steigende **Versauerung** der Ozeane zerstört. Der Lebensraum dort heimischer Arten geht verloren und somit ein einzigartiges Ökosystem.

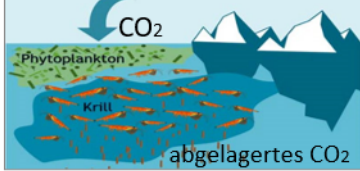
A Boreale Nadelwälder



B Schützendes Grün
Weltweit speichert das größte zusammenhängende Waldgebiet der Erde etwa ein Drittel des ausgestoßenen CO₂. Im darunterliegenden **Permafrostboden** sind abgestorbene Pflanzenreste teilweise seit Jahrtausenden **konserviert**.

C Ein weiterer Wald verschwindet
Ist es zu warm und trocken, befallen Schädlinge Bäume auch zwischen dem nördlichen 50. und 70. Breitengrad. Starke Stürme und Feuer setzen den Wäldern zu und Abholzung gibt ihnen den Rest. Der tauende Permafrostboden setzt zusätzlich CO₂ und Methan frei

A Marine Kohlenstoffpumpe



B Gespeichertes CO₂
Plankton an der Oberfläche der Meere nimmt CO₂ auf. Krebstiere fressen dieses Plankton und lagert durch die Ausscheidungen das CO₂ am Meeresboden ab. Dies hat einen enormen Einfluss auf den Treibhauseffekt.

C Meere speichern weniger CO₂
Wenn die Meere wärmer und damit sauerstoffärmer werden, sterben **Plankton** und Krebstiere ab. Somit nimmt die Ablagerung von CO₂ auf dem Meeresgrund stark ab, zusätzlich versauern die Meere mehr als zuvor.