

# Aktivität 11 – Kippunkte: Wenn das Klima kippt ...

Wird der Klimawandel irgendwann nicht mehr zu bremsen sein?



Rudolf Pausenberger und  
Moritz Strähle

## Hintergrund: Rückkopplungen und Kippunkte

Beim „Kippeln“ mit einem Stuhl kann man sich, indem man sich an einen Tisch abdrückt, in eine Schiefelage bringen. Drückt man nicht mehr gegen den Tisch, kehrt man wieder in seine Ausgangsposition zurück. Doch wehe man stößt sich einmal auch nur ein kleines bisschen zu viel ab ...

Das Klimasystem der Erde verhält sich leider ähnlich und könnte in naher Zukunft, wenn auch nur eine Gigatonne zu viel an Treibhausgasen ausgestoßen wird, unwider-  
ruflich kippen.



## Materialien:



Modellversuch zu den Kippunkten  
im Klimasystem der Erde



- ✓ verbundene Holzschienen
- ✓ Holzrahmen
- ✓ Metallstab und M4 Muttern (11)
- ✓ Tischtennisball (11)
- ✓ Laufgewicht 50 g (große Mutter) (11)
- ✓ Tütchen (11)
- ✓ 12 Muttern (M6) (11)

## Vorbereitung:

- Legt das Holzelement mit der Gravur nach oben vor euch auf den Tisch.
  - Steckt die 4 Holz-Abstandshalter in die oberen Löcher der jeweiligen vier Löcherpaare.
  - Steckt die Schrauben in die Bohrungen unterhalb der Holz-Abstandshalter. Schraubt sie mit den Muttern fest.
- Achtung: Auf der anderen Seite zur Skala wird der Holzhacken zwischen die Holzelemente gesteckt.
- Steckt das zweite Holzelement mit der Gravur nach oben darauf.
  - Steckt die lange Stange durch das große Loch in der Mitte der Holzkonstruktion. Befestigt die Konstruktion am Holzrahmen mit dieser Stange. Im Anschluss befestigt ihr die Tüte durch Umklappen/Umschlagen am Holzhaken.
  - Legt den Tennisball auf die Konstruktion und balanciert diese, indem ihr die große Mutter (Laufgewicht) mit Hilfe der aufgespannten Büroklammer an die Zackenschiene hängt. Nun könnt ihr mit dem Experimentieren anfangen.

## Analogie:

- Die Position des Balls symbolisiert den Zustand des Erdklimas und wie stabil dieses ist. In der Ausgangsposition befindet sich das Erdklima in einer relativ stabilen Lage.
- Die Skala am oberen Rand entspricht der Erhöhung der Durchschnittstemperatur der Erde gegenüber heute.
- Jede Mutter, die in das Tütchen gelegt wird, entspricht dem Ausstoß von 40 Gt CO<sub>2</sub>, dem weltweiten Ausstoß aufgrund fossiler Brennstoffe innerhalb eines Jahres.
- Stoßt nun Treibhausgase aus, indem ihr eine Mutter in das Tütchen legt und beobachtet, wie die Temperatur auf der Erde ein klein wenig ansteigt.

## Versuch 1: Kleine Ursache, kleine Wirkung

Der Zusammenhang zwischen der eingelegten Mutter und der Position  $x$  des Balls soll nun genauer untersucht werden:

- Legt nacheinander sieben Muttern in das Tütchen und tragt jeweils die Ruhelage des Balls in das Diagramm ein. Wie weit ist er am Schluss von der Ruhelage am Anfang entfernt?  
*Hinweis: Gebt dem Ball einen leichten Stoß, falls er festhängt.*
- Der Ball liegt weiterhin links. Nehmt nun die Muttern nach und nach wieder aus dem Behälter ( $\text{CO}_2$  wird der Atmosphäre entzogen) und markiert die Ruhelage im Diagramm mit einer anderen Farbe.
- ? Welcher mathematische Zusammenhang besteht, unter Berücksichtigung von Messfehlern, in diesem Modellexperiment?



Die verheerenden Waldbrände von 2019/20 in Australien haben ca. 30 Gt  $\text{CO}_2$  freigesetzt. Sie waren die Folge einer ungewöhnlich langdauernden Dürre.

- ? Welche Möglichkeiten gibt es, der Atmosphäre  $\text{CO}_2$  zu entziehen?



Waldbrand (Quelle: Pixabay.de)

## Versuch 2: Kleine Ursache, große Wirkung

Wir untersuchen nun den Kippunkt, an dem das System in einen anderen Zustand übergeht.

- Schätzt, ohne den Versuch durchzuführen, ab welcher Position der Ball auf die andere Seite rollen wird und wie vielen Muttern dies entspricht und überprüft eure Vermutung dann im Experiment.
- Legt nach und nach so viele Muttern in das Tütchen, bis das Klimasystem kippt.
- Entzieht der Erdatmosphäre nun das zugeführte  $\text{CO}_2$  wieder (Muttern aus dem Tütchen entnehmen).
- Beantwortet zur Auswertung die folgenden Fragen:
  - ? Wo liegt der tatsächliche Kippunkt im Vergleich zu deinem geschätzten?
  - ? Geht der drastische Temperaturanstieg zurück, wenn der Atmosphäre  $\text{CO}_2$  wieder entzogen wird?

Kippunkte sind beim Klimawandel entscheidend für die katastrophale Dynamik: Wenn ein Kippunkt ausgelöst wird, ist das in der Realität nicht unmittelbar zu spüren, aber es setzt sich ein Ablauf in Gang, der nicht mehr umkehrbar ist! Ein Beispiel: Das Eis auf dem Nordpolarmeer reflektiert Sonnenlicht. Schmilzt ein Teil des Eises, so kann wegen der geringeren Rückstrahlung mehr Sonnenenergie das Meer erwärmen. Dann schmilzt das noch vorhandene Eis schneller. Der Teufelskreis ist irgendwann nicht mehr aufzuhalten. Wie beim Dominospiel gibt es im Klimasystem der Erde eine Kaskade von Kippunkten. Einer kann jeweils den Nächsten auslösen und die Temperaturerhöhung wird so unkalkulierbar.

- Das Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (PIK) setzt sich wissenschaftlich mit solchen Kippunkten auseinander. Recherchiere unter „PIK Kippelemente“ (QR-Code) weitere Kippunkte.

