

# Kipp-Elemente

Kippelemente im Klimasystem können schon durch geringe Störungen das Klima grundsätzlich ändern und sind auch sich selber verstärkende Prozesse. Klimasysteme regieren nicht immer linear. Sie können sich auch sprunghaft verändern, wenn ein bestimmtes Belastungsniveau überschritten ist. Den Temperaturbereich, in dem ein solcher Prozess angestoßen wird, nennt man den Kipp-Punkt. Ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um mehr als 2 Grad Celsius kann das Klimasystem destabilisieren. Die Folgen des Überschreitens von Kipp-Punkten sind im Zeitraum der menschlichen Zivilisation schwer oder gar nicht rückgängig zu machen.

## Klima-Kipp-Effekte können auslösen:

- Die Gletscher ziehen sich weltweit doppelt so schnell zurück wie Ende des 20. Jahrhunderts. Schmelzende Gletscher lassen den Meeresspiegel ansteigen und beschleunigen die Küstenerosion, verändern die Wettersysteme und führen zu extremeren und zerstörerischen Wetterereignissen. Bis 2100 werden mehr als ein Drittel der Gletscher des Planeten verschwunden sein.
- Es gibt Hinweise, dass das West-Antarktische Eisschild heute schon gekippt sein könnte; auch wenn die Wahrscheinlichkeit dafür noch relativ gering ist. Das Risiko eines galoppierenden Meeresspiegel-Anstiegs steigt, weil große Eisschilde (Antarktis, Grönland) instabil werden. Die Erwärmung des Südpolarmeeres hat das stabilisierende Eismassiv der Westantarktis schon bis zu dem Punkt erodiert, an dem es nichts gibt, was das Landeis davon abhalten könnte, in den kommenden Jahrzehnten unaufhaltsam in den Ozean abzubrechen. Das würde bedeuten, dass der Meeresspiegel um weitere drei Meter oder mehr ansteigen würde, zusätzlich zu dem, was sonst noch auf uns zukommt. Dieser Prozess könnte ein Jahrtausend dauern, wir können aber nicht ausschließen, dass er nur ein Jahrhundert dauert, was zu einem Anstieg des Meeresspiegels führt. Das bedroht das Leben und die Existenzgrundlage von Küstenstädten auf der ganzen Welt.
- Steigende globale Durchschnittstemperaturen führen zu einem höheren Dampfdruck, das heißt zu einer stärkeren Verdunstung. Der damit global ansteigende Wasserdampfgehalt der Atmosphäre treibt die globale Erwärmung zusätzlich an. Wasserdampf wirkt auf den Treibhauseffekt verstärkend. Diese Wasserdampf-Rückkopplung ist neben der abnehmenden Eis-Reflexion die stärkste, positiv wirkende Rückkopplung im globalen Klimageschehen. Wasserdampf ist mit einem atmosphärischen Anteil von etwa 0,4 % das in seiner Gesamtwirkung stärkste Treibhausgas und für rund zwei Drittel des natürlichen Treibhauseffekts verantwortlich.
- Die Ozeane der Welt absorbieren große Teile der Wärme, die durch Treibhausgasemissionen zunimmt, was zu schnell steigenden Wassertemperaturen mit reduziertem Sauerstoffgehalt und erhöhtem Säuregehalt führt. Diese sich ändernden Bedingungen zerstören Meeresökosysteme. Wärmere Gewässer stören auch die Fischbrutplätze. Die meisten Korallenriffe werden sehr wahrscheinlich bei einer Erwärmung um 1,5° C absterben. Hier ist der Kipp-Punkt, da bekannt ist, bei welcher Temperatur Korallen ihre symbiotischen Algen ausstoßen.
- Der Klimawandel erhöht auch die Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen wie Hurrikanen. El Nino tritt häufiger und stärker auf. Die Monsunsysteme verändern sich.
- Die Zirkulation von Meeresströmungen im Atlantik verändert sich. Die Meeresströmungen, die vier der fünf Ozeane verbinden, basieren auf Unterschieden in Temperatur und Salzgehalt des Meerwassers und sind in starkem Maße für die Temperaturverhältnisse und Wetterbedingungen auf der Erde

verantwortlich. So ist zum Beispiel der Golfstrom die Ursache für die relativ warmen Temperaturen im Norden Europas. Kippen diese Strömungen durch eine Veränderung des Salzgehaltes des Wassers drohen Veränderungen der Lebensbedingungen auf der Erde. Ein Kippen würde in diesem Fall bedeuten, dass die Ströme sich verlagern oder abbrechen.

- Auch Methanhydrate in Sedimenten am Meeresgrund sind ein langsames Kippelement im Klimasystem der Erde. Ein globaler Temperaturanstieg von etwa drei Grad Celsius könnte mehr als die Hälfte des eingelagerten Methans freisetzen. Dies wiederum könnte die globale Mitteltemperatur um bis zu 0,5 Grad Celsius ansteigen lassen.
- Der Amazonas-Regenwald verschwindet mit drei Fußballfeldern pro Minute. Flächen für Rinderzucht und Viehfutter entstehen. Das Amazonasgebiet nähert sich somit schnell einem Punkt, von dem er sich vielleicht nie wieder erholen wird.
- Die größte Staubquelle unseres Planeten, die Bodele-Senke in Tschad, ist ebenfalls ein potenzielles Kippelement. Von dieser Fläche in der südlichen Sahara werden in riesigen Wolken bis zu 700.000 Tonnen Staub in Richtung Atlantik und Amazonasbecken verweht.
- Durch das Auftauen der Permafrostböden werden Treibhausgase freigesetzt, die wiederum den Temperaturanstieg beschleunigen. Das Risiko einer massiven Freisetzung von CO<sub>2</sub> durch großflächiges Auftauen von Permafrostböden ist bei einer Erderwärmung von 2 Grad erheblich höher.