

Hofer Fabian

In der Klimaforschung sind sogenannte Kippelemente, im Englischen auch als *Tipping Points* bezeichnet, in den letzten Jahren immer weiter in den Fokus gerückt, da sie große Auswirkungen auf unser Leben und die Erde haben können. Kippelemente sind Bestandteile des Klimasystems und können durch bestimmte Einflüsse in einen neuen Zustand versetzt werden. Besonders daran ist, dass diese Änderung sehr schnell vor sich gehen kann und oft unumkehrbar ist.

Um das Konzept der Kippelemente zu veranschaulichen, soll folgender Vergleich dienen: Im menschlichen Körper verändern Organe ihre Funktion sehr schnell, wenn gewisse Voraussetzungen wie zum Beispiel die Sauerstoffzufuhr nicht mehr gegeben sind. Wenn Gewebe von Organen aufgrund von Sauerstoffmangel abgestorben ist, ist es je nach Menge des abgestorbenen Gewebes sehr schwer oder unmöglich, dass die Organe ihre ursprüngliche Funktion erfüllen. Organe sind also Kippelemente des menschlichen Körpers (Potsdam-Institut für Klimaforschung, 2020).

Im Jahr 2008 benannte eine Arbeitsgruppe neun potenzielle Kippelemente des Klimasystems: das Abschmelzen des arktischen Meereises, des Grönländischen und des Westantarktischen Eisschildes, das Erlahmen der Atlantischen thermohalinen Zirkulation, die Veränderung der El Niño - Südliche Oszillation, die Veränderungen des Indischen Sommermonsuns und des Westafrikanischen Monsunsystems und das Abholzen des tropischen Regenwaldes und der borealen Wälder. Diese Kippelemente und noch weitere, die in den vergangenen Jahren identifiziert wurden, sind in Abbildung 1 zu sehen (Lenton et al. 2008). Zusätzlich sind auf der Abbildung verschiedene Einteilungen nach Eiskörpern,

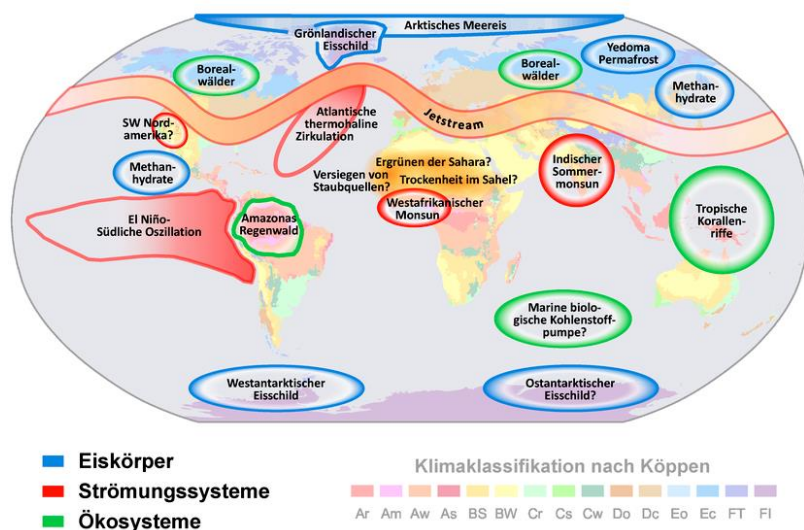


Abbildung 1. Geografische Einteilung der wichtigsten Kippelemente im Erdsystem. Die Kippelemente lassen sich hier in drei große Gruppen unterteilen, die hier jeweils mit einer eigenen Farbe dargestellt sind. Fragezeichen kennzeichnen Kippelemente, deren wissenschaftliche Bedeutung noch nicht vollständig geklärt ist. [Die Klimaklassifikation nach Köppen teilt die Erde in unterschiedliche Klimazonen, die für die Kippelemente ebenfalls relevant sind, eine Erklärung für die verschiedenen Abkürzungen sind zu finden unter: <http://klima-der-erde.de/koeppen.html>]

Quelle: Potsdamer Institut für Klimaforschung (2017).

Zusätzlich sind auf der Abbildung verschiedene Einteilungen nach Eiskörpern,

Ökosystemen und Strömungssystemen ersichtlich. Aus jeder dieser Kategorien wird im Folgenden ein Beispiel exemplarisch vorgestellt.

Eiskörper der Erde haben vielfältige Aufgaben. Sie dienen als Schutz vor der Sonnenstrahlung und haben große Mengen Gase gespeichert. Seit Jahren schmilzt das Eis in der Arktis und Antarktis äußerst schnell. Dies hat zu Folge, dass die darunter liegende Oberfläche mehr Sonnenwärme aufnimmt, was dazu führt, dass das verbliebene Eis noch schneller schmilzt. Diesen Effekt bezeichnet man als Eis-Albedo-Rückkopplung, und er bewirkt, dass die Erderwärmung in nördlicheren Breiten fast doppelt so schnell ist wie im globalen Durchschnitt. Durch das Auftauen der vereisten Gebiete werden zusätzlich große Mengen CO₂ und Methan in die Atmosphäre abgegeben, da die Gase zuvor im Eis gespeichert waren, was die Klimaerwärmung beschleunigt (Potsdam-Institut für Klimaforschung, 2020).

Strömungssysteme der Ozeane und Zirkulationsströme der Luft gibt es auf der Erde verschiedene. Sie unterliegen jährlichen Schwankungen und verändern sich oft über Jahre hinweg. Veränderungen innerhalb dieser Systeme können jedoch Auswirkungen auf das Leben auf der Erde haben. Sollte etwa der Golfstrom, der zur atlantischen thermohalinen Zirkulation gehört und warmes Wasser transportiert, erlahmen, kann dies gravierende Auswirkungen auf marine Ökosysteme haben und zu einer Abkühlung des Nordatlantikraumes führen.

Auch Ökosysteme sind von den Kippelementen betroffen und können wiederum als solche wirken. Der Klimawandel könnte Landschaften verändern und die Arten, die in ihnen leben, dazu bringen, sich anzupassen. Ein besonders dramatisches Beispiel für die Veränderung eines Ökosystems könnte der Amazonas-Regenwald werden. Ein Großteil der Niederschläge im Amazonasbecken stammt aus dem über dem Wald verdunstendem Wasser. Aufgrund wärmeren Klimas in diesem Gebiet und durch Abholzung könnte es dazu kommen, dass der Wald an einen kritischen Punkt gelangt, an dem er den Wechsel zu einem saisonalen Wald oder zu einer Graslandschaft vollzieht. Zwischen dem Überschreiten des Kippunktes und den sichtbaren Auswirkungen können jedoch Jahre liegen. Auf alle Fälle hätte dies große Auswirkungen auf das Klima der Erde, da knapp ein Viertel des weltweiten Kohlenstoffaustausches zwischen Atmosphäre und Biosphäre in diesem Regenwald stattfindet. Sollte dieser Austausch wegfallen, könnte das zum das den Klimawandel beschleunigen (Potsdam-Institut für Klimaforschung, 2020).

Kippelemente hängen also eng zusammen. Das Kippen eines Elementes kann dazu führen, dass mehrere andere Elemente ebenfalls in die Nähe eines Kippunktes geraten und letztlich kippen. Umgekehrt kann es sein, dass das Kippen eines anderen Kippelements aufgehalten oder

verzögert wird. Für fast alle Kippelemente kann jedoch festgehalten werden, dass ihr Kippunkt durch die Erwärmung der Erde schneller erreicht wird. Die Unumkehrbarkeit der Kippelemente kann für die Menschheit noch ein großes Problem werden, da viele verschiedene Bereiche des Lebens betroffen werden könnten und der Ursprungszustand nicht mehr hergestellt werden kann. Eine Möglichkeit, das Kippen verschiedener Elemente zu verhindern oder hinauszuzögern, wäre zu versuchen, die vom Menschen verursachte Klimaerwärmung zu reduzieren. Auch persönlich kann man dazu beitragen, etwa durch die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel oder regionale und fleischarme Ernährung.

Quellen:

Forkel Matthias. *Effektive Klimaklassifikation* <http://klima-der-erde.de/koeppen.html> abgerufen am 16.12.2021.

Lenton, Timothy M. et al. *Climate tipping points — too risky to bet against*. In: *Nature*. Band 575, Nr. 7784, November 2019, S. 592–595, doi:10.1038/d41586-019-03595-0 abgerufen am 03. 11. 2021.

Lenton, Timothy M. et al. *Tipping elements in the Earth's climate system*. In: *PNAS*. 105, Nr. 6. 2008. S. 1786–1793. doi:10.1073/pnas.0705414105. abgerufen am 03. 11. 2021.

Potsdam Institut für Klimaforschung. *Kippelemente – Achillesfersen im Erdsystem*. <https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/kippelemente#r1> abgerufen am 03.11.2021.

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1.: Potsdamer Instituts für Klimaforschung abgerufen unter: <https://www.pikpotsdam.de/de/produkte/infothek/resol-veuid/a1076b79e0084b459d9edc424f27a14d/@@images/image/content> abgerufen am 03. 11. 2021.