

Factsheet

Kipppunkte

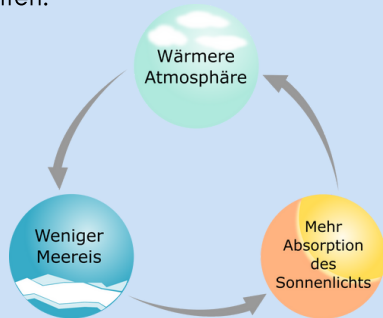
Kleine Veränderung – große Auswirkungen

Ist ein System Veränderungen unterworfen, können sich diese über eine bestimmte Zeit linear verhalten, bis sie einen Kipppunkt (Englisch: Tipping Point) erreichen. Das ist der Moment, in dem eine kleine Störung im System dazu führt, dass sich dieses stark und nahezu unumkehrbar verändert. Eine solche Veränderung ist nicht linear und lässt das System von seinem ursprünglichen in einen neuen stabilen Zustand übergehen. Dieser bleibt auch erhalten, wenn danach die Einflüsse nicht mehr existieren. In einem komplexen System kann das Kippen eines Elements wie ein Dominostein dafür sorgen, dass weitere Elemente kippen und Rückkopplungen auftreten, die sich gegenseitig verstärken.



Schiebt man ein Wasserglas immer weiter an den Rand eines Tisches, fällt es an einem bestimmten Punkt herunter. Das Wasser ist verschüttet und im ungünstigsten Fall zerbricht das Glas – ein Zustand, der nicht mehr rückgängig gemacht werden kann.

Eine große Rolle auf dem Weg zum Kipppunkt spielt die **positive Rückkopplung**. Dabei handelt es sich um Prozesse, die sich selbst verstärken. Eines der bekanntesten Beispiele für positive Rückkopplung in unserem Klimasystem ist beim Meereis der Arktis zu beobachten.



Eis und Schnee besitzen ein starkes Rückstrahlvermögen für auftreffende Wärmestrahlung aus der Atmosphäre, die sogenannte Albedo. Mit zunehmendem Abschmelzen durch die sich erwärmende Atmosphäre verschwinden die riesigen weißen Flächen und zurück bleibt das dunklere Meerwasser. Dieses hat allerdings eine wesentlich geringere Albedo, so dass mehr Wärme aufgenommen wird und somit im System verbleibt. In der Folge erwärmt sich die Atmosphäre weiter und noch mehr Eis schmilzt.

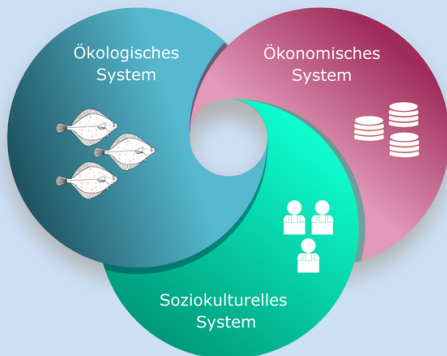
Lässt sich ein Kippen vorhersagen?

Wann ein Kipppunkt tatsächlich erreicht wird, lässt sich nicht sicher vorhersagen. Wissenschaftler*innen verschiedener Disziplinen analysieren Kippereignisse aus der Vergangenheit mit Hilfe unterschiedlicher statistischer Verfahren und Modelle. Daraus leiten sie Mechanismen und Gesetzmäßigkeiten ab, die zuverlässige Aussagen über zukünftige Kipppunkte erlauben sollen. Eine zentrale Rolle dabei spielt die Identifikation von Frühwarnzeichen. Nähert sich ein dynamisches System einem Kipppunkt an, zeigt es eine erhöhte Variabilität und eine langsamere Erholung nach Störungen. Je früher eine kritische Entwicklung erkannt werden kann, desto eher können entsprechende Risikomanagementstrategien entworfen und angewendet werden. So lässt sich ein Kippen im besten Fall vermeiden oder es können zumindest dessen Folgen abgemildert werden.

Im Projekt **SeaUseTip** wird am Beispiel der deutschen Nordsee erstmalig die Anfälligkeit des sozio-ökologischen Systems in Bezug auf ökologische Kipppunkte ganzheitlich analysiert und bewertet. Der interdisziplinäre Ansatz verbindet die Betrachtungen der ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Teilsysteme.

Die gewonnenen Erkenntnisse tragen wesentlich dazu bei, die Widerstandsfähigkeit des Gesamtsystems im Angesicht tiefgreifender ökologischer Veränderungen zu bewerten. Auf dieser Basis werden Strategien für ein nachhaltiges, ökosystembasiertes Management entwickelt.

Komplexes System: Die Nordsee



Die Nordsee ist ein Beispiel für ein komplexes sozio-ökologisches System (SES). In einem solchen System stehen Natur und Mensch auf vielfältige Weise in Wechselwirkung miteinander. Dabei hat der Mensch nicht nur bedeutenden Einfluss auf Ökosysteme, sondern ist gleichzeitig Teil von ihnen und von ihren Leistungen abhängig, welche Ernährung, menschliches Wohlbefinden und gesellschaftliche Entwicklung gewährleisten. Die Nordsee als SES setzt sich aus drei interagierenden Subsystemen zusammen. Sie ist zum einen Lebensraum zahlreicher Pflanzen- und Tierarten, von denen viele als fischereiliche Ressourcen dienen (ökologisches Subsystem). Zum anderen ist sie ein intensiv genutzter Wirtschaftsraum, in dem unterschiedliche Interessen, wie Fischerei, Schifffahrt, Offshore-Windkraft, Sand- und Kiesabbau sowie Naturschutz, aufeinander treffen. Dieses ökonomische System ist auch geprägt durch Marktdynamiken, von Angebot und Nachfrage, Verbraucherentscheidungen, Preisentwicklungen und wirtschaftspolitischen Vorgaben. Im soziokulturellen Subsystem spielen schließlich Fischereikulturen eine Rolle, die durch Praktiken, Lebensformen und Vorstellungen der jeweiligen Fischereigesellschaften geprägt sind.

Sind Kipppunkte immer negativ?

In vielen Fällen nehmen wir Kipppunkte als etwas Negatives wahr. Sie sind uns vor allem als Elemente tiefgreifender klimatischer Veränderungen präsent, welche den Fortbestand von Ökosystemen und letztlich auch unserer Spezies gefährden. Das Erdsystem und unser Gesellschaftssystem sind heute auf vielen Ebenen eng miteinander verbunden. Das birgt nicht nur Risiken, weitere Kipppunkte mit unerwünschten Folgen zu erreichen. Es gibt uns auch die Chance, auf Basis unseres Wissens über die zugrundeliegende Dynamik, diese Folgen abzumildern oder sogar in einigen Bereichen ein positives Kippen zu bewirken.

Eine Frage der Perspektive

Toxisch für die einen – Existenzbereiter für die anderen. Vor rund 2,5 Milliarden Jahren erreichte die Atmosphäre der Erde einen Kipppunkt, der die Entwicklung komplexer Organismen erst ermöglichte. Wissenschaftler*innen sprechen heute von der „Großen Sauerstoffkatastrophe“, bei der die Konzentration des Sauerstoffs plötzlich stark anstieg. Für fast alle der damals existierenden Lebewesen bedeutete dieses Zellgift den Tod, für das Leben wie wir es heute kennen, ebnete es dagegen den Weg.

Verletzlichkeit (Vulnerabilität) ist ein Maß dafür, wie anfällig sich ein System, das einer Belastung ausgesetzt ist, für Schäden zeigt. Einen großen Einfluss auf den Grad der Verletzlichkeit hat die Anpassungsfähigkeit des Systems an diese Belastungssituation.

Anpassungsfähigkeit ist die Fähigkeit eines Systems, so auf Belastungen oder Veränderungen zu reagieren, dass Schäden möglichst abgemildert, sich bietende Chancen während dieses Prozesses genutzt und ungünstige Folgen vermieden werden.

Resilienz (Widerstandsfähigkeit gegenüber Störungen) ist die Fähigkeit eines Systems, so auf Störungen zu reagieren, dass es im damit einhergehenden Wandlungsprozess im Wesentlichen seine Funktion, Struktur, Identität und Rückkopplungen beibehält.