

Kipppunkte im Erdsystem

1) Eisflächen

Dass viele Gletscher und die Eisdecken an den Polen durch den Klimawandel zunehmend abschmelzen, ist den meisten bekannt. Denn Eis schmilzt nun mal bei steigenden Temperaturen.

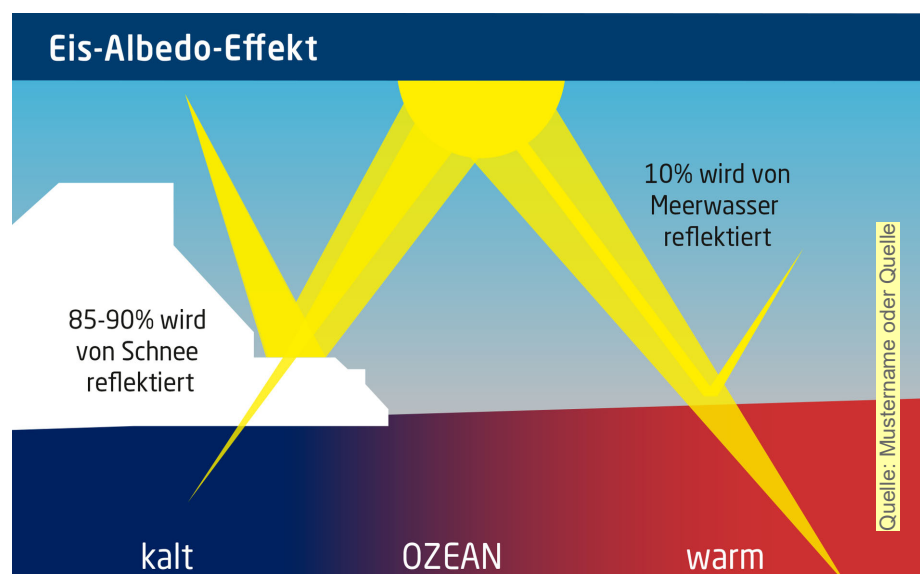
Dagegen ist den meisten weniger bewusst, dass die Wirkung auch andersherum gilt: je weniger Eisbedeckung es an der Erdoberfläche gibt, desto schneller steigt die Temperatur. Das hat mit der weißen Farbe von Eis zu tun. Denn weiße (Eis-) Flächen spiegeln einen großen Teil der Sonnenstrahlen direkt zurück ins Weltall, ohne dass durch die Sonne Wärme entsteht.

Wenn die Sonnenstrahlen anstatt auf die Eisoberfläche auf dunkle Felsen oder auf das dunklere Meerwasser treffen, wird nur noch ein kleinerer Teil der Sonnenstrahlen zurückgespiegelt. Ein größerer Teil der Sonnenstrahlung wird dagegen von diesen dunkleren Materialien absorbiert (aufgenommen) und in Wärme umgewandelt. Diesen Effekt kennen wir alle, wenn wir auf von der Sonne gewärmte Straßen oder andere dunkle Flächen berühren.

So bleibt wiederum mehr Wärme im Erdsystem und es beginnt ein Teufelskreis aus steigender Temperatur und schmelzendem Eis. Bis zu einem gewissen Punkt kann das durch andere Mechanismen ausgeglichen werden. Bisher waren die Jahreszeiten diese ausgleichenden Mechanismen. Jeden Winter wurden die sommerlichen Schmelzprozesse wieder von Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt ausgeglichen.

Aber derzeit steigen die Temperaturen weltweit und besonders stark an den Polkappen. Ab einem gewissen Punkt können diese positiven Rückkoppelungen (gegenseitige Verstärkung) zwischen steigender Temperatur und abnehmenden Eisflächen dann nicht mehr ausgeglichen werden.

Wissenschaftler*innen gehen davon aus, dass zum Beispiel ab einer gestiegenen Temperatur (seit 1850) von 3-4 Grad, alle Gletscher von Grönland langsam schmelzen werden. Mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit werden solche Prozesse aber auch schon bei 1-2 Grad Erwärmung angestoßen, das kann man mit Sicherheit erst im Nachhinein sagen. Und derzeit haben wir schon eine Erwärmung von ca. 1,5 Grad Celsius erreicht, in Bereiche der Arktis sind es bereits weit über 2°C.



Kipppunkte im Erdsystem

2) Permafrost

Hast du schon einmal versucht, im kalten Winter deinen Garten umzugraben? Dann wirst du wissen, dass die Erde bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt sehr hart ist.

Bei uns in den mittleren Breiten und gemäßigten Klimazonen tauen die Böden im Frühling wieder auf. Anders ist das in den arktischen und subarktischen Zonen. In Sibirien und Alaska zum Beispiel gibt es in der Tiefe von 50cm Eisschichten im Boden, welche selbst im Sommer nicht auftauen. Dafür ist der Sommer dort im Norden zu kurz. Diesen permanenten (dauerhaften) Frost im Boden nennt man: Permafrost.

Wenn die Temperaturen steigen, schmilzt auch dieser Permafrost zunehmend. Das Interessante und Gefährliche daran ist: die Wirkung gilt auch andersherum. Je mehr von den Permafrostböden schmelzen, desto stärker erwärmt sich das Klima.

Für diese gegenseitige Verstärkung, auch positive Rückkoppelungen genannt, gibt es einen einfachen Grund. In den Permafrostböden sind aus früheren Zeiten viele natürliche Materialien gebunden, sowie auch Gase, welche durch die Zersetzung von Pflanzen und Tieren entstanden sind. Solange die Böden gefroren sind, sind die darin enthaltenen Gase und Materialien fest darin gebunden.

Doch sobald die Böden auftauen, entweichen diese Gase. Größtenteils handelt es sich um Methangas, welches als starkes Treibhausgas wirkt. Das heißt, es trägt wiederum zum Klimawandel bei. Solange sich die Temperaturen in den Permafrostböden von z.B. -10 auf -5 Grad Celsius erwärmt haben, war das kein Problem. Doch je näher die Permafrostböden in den Auftaubereich bei 0 Grad Celsius oder mehr kommen, desto gefährlicher wird es.

Ab einem gewissen Punkt ist ein Prozess in Gang gesetzt, der sich dann nicht mehr aufhalten lässt: da die Temperatur steigt, schmelzen die Permafrostböden tiefer, damit entweichen die Methangase, die den Treibhauseffekt und damit die Erderwärmung verstärken weshalb mehr Permafrost taut und so weiter.



Lizenz: CC 0

Kipppunkte im Erdsystem

3) Regenwald

Wer war eigentlich zuerst da? Die Henne oder das Ei? Über diese Frage haben schon viele Menschen nachgedacht. Mit Sicherheit kann man sagen: sind alle Eier weg, werden bald auch alle Hennen weg sein. Andersherum gilt dasselbe: ohne Hennen, keine Eier. Es ist ein Beispiel für einen ökologischen Kreislauf, der sich über Jahrmillionen etabliert hat und für immer verschwindet, wenn man ihn einmal unterbricht.

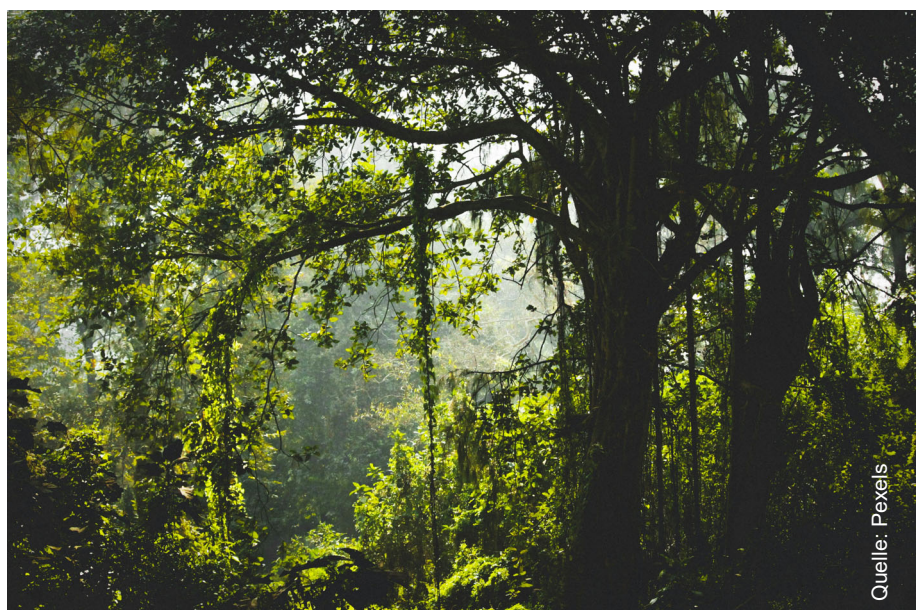
Als ein ähnliches Beispiel kann man den Regenwald betrachten. Zunächst einmal denken die meisten Menschen: es braucht den Regen, damit der Wald wachsen kann. Andersherum sollte man nicht unterschätzen, welche Rolle der Wald für die Entstehung des Regens spielt.

Denn Regen entsteht durch Verdunstung von Wasser, welches mit (von der Sonne gewärmten) Luft in Berührung kommt und dadurch als unsichtbarer Wasserdampf in die Luft übergeht. Kühlt diese feuchte Luft dann in großer Höhe (zum Beispiel Abends) wieder ab, kondensiert das Wasser. Das heißt, es bilden sich kleine Tröpfchen, die immer größer werden und irgendwann als Regen herunterfallen.

Und jetzt kommt der Wald ins Spiel. Die Bäume speichern Unmengen an Wasser in ihren (Ästen?) Gefäßen, vor allem in den Blättern und geben dieses über ihre Blätter an die Luft ab. Der Kreislauf schließt sich.

Holt man einen einzelnen Baum ab, ändert sich daran nichts. Holt man aber riesige Flächen ab, verdunstet dort plötzlich weniger Wasser. Folgerichtig gibt es dort (oder je nach Windrichtung in der Umgebung) auch weniger Regen. Ab einem gewissen Punkt ist der sensible Kreislauf aus Regen – Wald – Verdunstung – Regen unterbrochen. Dann entsteht dort eine trockene Savanne (Graslandschaft) oder im schlimmsten Fall sogar eine Wüste.

Dieser Prozess bzw. dieser Verlust ist dann erst einmal nicht mehr umkehrbar. Oder man müsste die Bäume wieder mit extrem hohem Aufwand neu pflanzen und jahrelang künstlich bewässern.



Quelle: Pexels