

## ***Klimaänderung durch Geoengineering***

Noch glauben Klimaforscher und Politiker, das im Pariser Weltklimavertrag festgelegte Ziel einer maximalen Erderwärmung um zwei Grad Celsius allein durch Einsparungen an Treibhausgasen zu erreichen. Doch es wird bei weitem nicht ausreichen, elektrischen Strom aus erneuerbaren Energien zu erzeugen und sich persönlich beim Energieverbrauch einzuschränken. Es braucht nicht nur eine weltweite Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern auch Senken, die CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase zum Verschwinden bringen. Methoden, die CO<sub>2</sub> dauerhaft dem Kreislauf entziehen, werden unter dem Begriff des *Geoengineerings* zusammengefasst.

Mittels Geoengineering werden Treibhausgase entweder stofflich genutzt und umgewandelt oder langfristig gespeichert. ECO SWISS möchte in der Folge eine Übersicht über die derzeit diskutierten Optionen geben, wie man mit technischen Mitteln den weltweiten Temperaturanstieg in der Atmosphäre bremsen könnte. Dies im Wissen, dass viele der skizzierten Ideen umstritten sind, sei es, weil deren Wirksamkeit nicht bewiesen ist, weil deren Risiken wegen Unumkehrbarkeit nicht abschätzbar sind oder weil sie schlicht zu viel kosten.

Grundsätzlich lassen sich die Massnahmen, welche die Erderwärmung stoppen oder umkehren sollen, in zwei Gruppen unterteilen: In jene, die auf eine Änderung des globalen Strahlungshaushaltes hinwirken und in jene, die der Atmosphäre dauerhaft Kohlendioxid entziehen. Noch scheuen die meisten Forscher und Politiker das Geoengineering zur Rettung des Weltklimas wie der Teufel das Weihwasser. Doch vermutlich wird noch in diesem Jahrhundert kein Weg an einer oder mehreren der im Folgenden vorgestellten Methoden vorbeiführen.

### Wiederbewässerung der trockengelegten Moore

Mit der Wiederbewässerung der trockengelegten Moore wird CO<sub>2</sub> von den Sumpfpflanzen gebunden und als Torf gespeichert. Damit könnten alleine in der Schweiz alle Kohlendioxidemissionen der Industrie, des Gewerbes und der Dienstleister kompensiert werden. Weltweit ist in Torf doppelt so viel Kohlenstoff gebunden wie in allen bekannten Erdöl- und Erdgasvorräten (s. Vorwort Bulletin Herbst 2012).

### Grossflächige Aufforstung

Der meiste biologische Kohlenstoff ist in Wäldern gebunden. Manche Wissenschaftler empfehlen, die Sahara oder australische Wüstengebiete aufzuforsten. Das gewachsene Holz dürfte dann aber nicht verbrannt werden. Es könnte z.B. in der Tiefsee versenkt werden.

### Produktion und Endlagerung von Biokohle

Der bisherige Klimawandel wurde vor allem durch die Verbrennung von Kohle verursacht. Weshalb also den Prozess nicht umkehren und Kohle bilden, die dann im Erdboden sicher eingelagert wird? Dazu könnte Biomasse nach dem Biochar-Verfahren unter Luftabschluss bei 300 °C bis 1000 °C zerlegt (pyrolysiert) werden, wobei Biogas, Bioöl und Holzkohle entstehen.

### Düngung der Ozeane

Viele Ozeane sind biologisch gesehen tot, da den Algen das Spurenelement Eisen fehlt. Mit einer vergleichsweise bescheidenen Düngung der Weltmeere mit Eisenpartikeln könnte das Wachstum der Algen deutlich beschleunigt werden. Das Wachstum verbraucht viel Kohlendioxid. Sterben die Algen ab, sinken sie zu Boden. Der Meeresgrund würde dadurch zu einer natürlichen Kohlenstoffsenke.

### CO<sub>2</sub>-Lagerung in Tiefenschichten

Sehr umstritten ist die Einlagerung von CO<sub>2</sub> in tiefe Erdschichten, denn der Ausbruch des Kohlendioxids an der Oberfläche könnte viele Tote fordern. Sinnvoller scheint das Verpressen von Kohlendioxid in Erdöllagerstätten, um die Fördermenge zu erhöhen. Dies jedenfalls, solange die Erdölförderung noch opportun ist.

### Künstliche Verwitterung von Gesteinen

Bei der Verwitterung von Silikat- und Kalkgesteinen wird CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft gebunden. Eines der auf der Erde am häufigsten vorkommenden Silikatgesteine ist Olivin. Dieses könnte fein gemahlen in Tropenwälder oder in Küstengewässer ausgebracht werden. Mit Salzsäure, die mittels Elektrolyse aus dem Meer gewonnen würde, könnte der Prozess weiter beschleunigt werden, und die Meere würden gleichzeitig alkalischer.

## Reflexion des Sonnenlichts im Weltall

Diese Idee geistert schon lange herum. Angeblich würden Spiegel im Weltall mit einer Flächenausdehnung von Manhattan (60 km<sup>2</sup>) genügen, um ein Prozent der Sonneneinstrahlung von der Erde fernzuhalten. Dafür wurden 1992 Kosten von 100 Milliarden Dollar errechnet. Aus Sicht von ECO SWISS braucht es aber ein Fläche von 1'275'000 km<sup>2</sup>, was etwa der Grösse von Frankreich, Deutschland und Italien zusammen entspricht.

## Ausdünnen der Zirruswolken

Hauchdünne Zirruswolken in grosser Höhe wirken wie die Gläser eines Treibhauses. Sie halten die Wärme in der Atmosphäre. Drohnen könnten die Wolken mit ungiftigem Bismut(III)-iodid impfen und zum Verschwinden bringen. Dadurch könnte die Infrarotstrahlung von der erhitzten Erdoberfläche ungehindert ins All entweichen.

Die Kosten betragen angeblich nur wenige Millionen Dollar pro Jahr.

## Ausbringen von Schwefelpartikeln

Es ist allgemein bekannt: Nach grösseren Vulkanausbrüchen sinkt die Lufttemperatur weltweit um 0,5 bis 1 Grad Celsius. Ursache sind winzige Ascheteilchen und Schwefelpartikel, welche die Sonnenstrahlen abfangen und ins All zurückwerfen.

Künstliche Schwefelpartikel könnten von Flugzeugen in der Stratosphäre versprüht werden. Dies würde auch ein Ausregnen von Wolken bewirken. Wasserdampf ist das wirksamste Treibhausgas überhaupt und trägt mit 67 Prozent respektive 22 Grad Celsius zur natürlichen Klimaerwärmung der Erde bei.

*Daniel Christen*



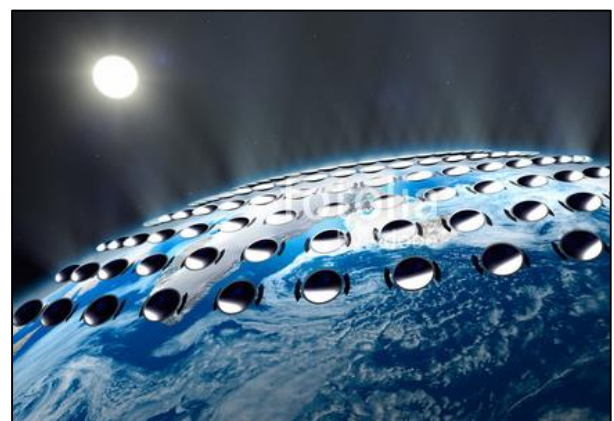
Wiederbewässerung von trockengelegten Sümpfen



Einlagerung von CO<sub>2</sub> im Boden



Aufforsten von Wüstengebieten



Reflexion des Sonnenlichts ins Weltall

Mittels Geoengineering werden Senken für CO<sub>2</sub> geschaffen, d.h. CO<sub>2</sub> wird aus der Atmosphäre entzogen, um den Klimawandel zu stoppen. (Bildquellen: Internet)