



---

## Aktueller Begriff

### Geo-Engineering / Climate Engineering

---

Im Hinblick auf die globale Klimaerwärmung ist die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen das wichtigste Ziel der internationalen Klimapolitik. Die meisten Staaten sind sich darin einig, dass die Treibhausgasemissionen verringert werden müssen, um den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur gegenüber der vorindustriellen Zeit unter zwei Grad Celsius zu halten. Mehr als 70 Staaten haben bei den internationalen Klimaschutzvereinbarungen Maßnahmen für eine Verringerung der Emissionen zugesagt. Dennoch wird in diesem Jahrhundert noch mit einer Erwärmung von mehr als drei Grad Celsius gerechnet. Daher werden zusätzlich sowohl Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel als auch Möglichkeiten, **das Klima mit technologischen Mitteln vorsätzlich und großräumig zu beeinflussen**, erforscht und diskutiert. Bis vor wenigen Jahren wurde besonders der rein technische Ansatz als Science Fiction angesehen. Angesichts der drohenden Klimaerwärmung werden einzelne Möglichkeiten inzwischen jedoch ernsthaft erwogen. Diese technischen Maßnahmen werden als **Geo-Engineering** oder **Climate Engineering** bezeichnet. Dabei kann man zwei Strategien unterscheiden:

#### **Langfristige Bindung des bereits in der Atmosphäre vorhandenen CO<sub>2</sub>**

Die derzeit meist diskutierten Möglichkeiten zur Verringerung des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Gehaltes sind die Förderung der natürlichen Bindung als Biomasse und die unterirdische Speicherung von gasförmigem CO<sub>2</sub> (sog. **biologische und geologische Sequestrierung**). Die Weltmeere sind die größte Senke für CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre. Es verbleibt zum Teil gelöst im Wasser, das meiste wird jedoch vom Phytoplankton in den oberen Wasserschichten aufgenommen. Ein Teil der Biomasse sinkt in die Tiefe und entzieht damit dem Oberflächenwasser CO<sub>2</sub>. Um das Planktonwachstum und die damit verbundene CO<sub>2</sub>-Aufnahme zu fördern, wurde vorgeschlagen, die **Ozeane mit Eisensulfat zu düngen**. Das Verfahren ist umweltpolitisch umstritten, ein entsprechender Versuch im Jahr 2009 (LOHAFEX) führte nicht zu dem erwarteten Ergebnis. Eine Form der „**natürlichen**“ **Düngung**, indem nährstoffreiches Wasser aus bis zu tausend Metern Wassertiefe an die Meeresoberfläche gepumpt werden soll, wird ebenfalls diskutiert. Das kalte Tiefenwasser soll dann zusätzlich eine Abkühlung des Oberflächenwassers und des Festlandes bewirken. Nach den Weltmeeren sind die Wälder die bedeutendsten globalen Kohlendioxidsenken. Der Erhalt der Wälder und Aufforstungsmaßnahmen fördern die Bindung von CO<sub>2</sub> als Biomasse - allerdings nicht dauerhaft, wenn das Holz anschließend verbrannt wird oder verrottet. Daraus entstand die Idee zur **unterirdischen Einlagerung von Holz**. Um klimarelevante Mengen CO<sub>2</sub> auf diese Weise der Atmosphäre zu entziehen, wären allerdings riesige Anbauflächen und entsprechend große unterirdische Lagerstätten notwendig. Daneben existiert auch ein technisches Konzept, mithilfe „künstlicher Bäume“ CO<sub>2</sub> aus der Luft zu filtern, chemisch zu binden und letztendlich unterirdisch zu deponieren. Als Stromlieferant für diesen energieintensiven Prozess werden Windräder vorgeschlagen. Für die dauerhafte Einlagerung des Kohlendioxids soll schließlich jene **CCS-Technologie** (Carbon Capture and Storage) zum Einsatz kommen, die derzeit auch für die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kohlekraftwerken diskutiert wird. Als unterirdische Endlager sind Salzwasser führende Sandsteinschichten bzw. ehemalige Erdgasfelder vorgesehen.

---

Nr. 61/10 (12. September 2010)

Ausarbeitungen und andere Informationsangebote der Wissenschaftlichen Dienste geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Der Deutsche Bundestag behält sich die Rechte der Veröffentlichung und Verbreitung vor. Beides bedarf der Zustimmung der Leitung der Abteilung W, Platz der Republik 1, 11011 Berlin.

---

## Reduzierung der Erderwärmung durch Änderung der Strahlungsbilanz der Erde

Der natürliche Treibhauseffekt der Atmosphäre sorgt dafür, dass die Erdoberfläche eine mittlere Temperatur von +14 anstatt von -18 Grad Celsius hat, wie ohne Atmosphäre zu erwarten wäre. Die Erhöhung des Treibhausgasanteils der Atmosphäre verändert die Strahlungsbilanz der Erde, der Treibhauseffekt wird verstärkt. Um die aufgenommene Strahlungsenergie zu verringern, wurden zwei Konzepte entwickelt: Die einfallende Sonnenstrahlung könnte zum einen durch **Reflektoren im Weltall**, zum andern durch **Aerosole in der Atmosphäre** reduziert werden. Eine geeignete Stelle für die Reflektoren im Weltall ist der sogenannte Lagrange-Punkt zwischen Erde und Sonne, an dem Kräftefreiheit herrscht und an dem die Position der (in gewissem Umfang steuerbaren) Reflektoren ohne große Korrekturmanöver gehalten werden kann. Die Reflektoren im All hätten den Vorteil, dass nicht in die komplexe Chemie der Atmosphäre eingegriffen würde. Da große Mengen geeigneter Reflektoren hergestellt und ins All befördert werden müssten, ist diese Methode so aufwändig, dass sie aktuell als unrealistisch betrachtet werden kann. Die Aerosol-Methode lehnt sich an natürliche Phänomene wie den Ausbruch des Vulkans Pinatubo im Jahr 1991 an. Dabei gelangten ca. 17 Millionen Tonnen Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) in die Stratosphäre. SO<sub>2</sub> bildet in der Atmosphäre einen Nebel aus Schwefelsäuretröpfchen (Aerosol). Im Fall des Pinatubo bewirkte dies eine Reduktion der Sonneneinstrahlung um fünf Prozent und einen globalen Temperaturabfall um ca. 0,5 Grad Celsius. Allerdings gab es auch Auswirkungen auf die Ozonschicht – über der Antarktis nahm das Ozonloch eine neue Rekordgröße an. Der Chemie-Nobelpreis-Träger Paul Crutzen schlug 2006 vor, SO<sub>2</sub> zur Sonnenabschirmung in die Stratosphäre einzubringen. Das SO<sub>2</sub> soll dabei in sehr viel größere Höhe (ca. 25 km) und in kleinerer Menge (1-5 Millionen Tonnen SO<sub>2</sub> pro Jahr) eingebracht werden, als das jährlich durch Verbrennungsprozesse auf der Erde erzeugte SO<sub>2</sub> (ca. 100 Millionen Tonnen). Eine andere Aerosol-Methode verfolgt die Idee, mit Hilfe sogenannter Flettner-Schiffe einen Sprühnebel aus Meerwasser zu erzeugen, um dadurch die Wolkenbildung über den Meeren zu verstärken. Die zusätzlichen Wolken würden ebenfalls verstärkt Sonnenlicht ins All reflektieren.

## Resümee

Einerseits zeigt Geo-Engineering neue Ansatzmöglichkeiten einer weltweiten Klimapolitik auf. Innerhalb des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms werden bereits einzelne Geo-Engineering Projekte gefördert. Angesichts der Komplexität der Klima-Modelle und der großen Ökosysteme der Erde besteht andererseits jedoch immer die Gefahr unvorhergesehener Nebenfolgen. Veränderungen der Meeresströmungen (thermohaline Zirkulation) oder des Monsuns könnten dramatische Folgen für die Lebensgrundlagen in einzelnen Ländern haben. Zudem müssten alle technischen Maßnahmen über lange Zeiträume fortgesetzt werden. Mit Ausnahme der Sequestrierungsverfahren würden gleichzeitig die ökologischen Folgen des CO<sub>2</sub>-Anstiegs, wie z.B. die Versauerung der Meere, weiter zunehmen. Im Mai 2010 wurde im Rahmen der Biodiversitätskonvention der VN in Nairobi (Kenia) vom wissenschaftlich-technischen Ausschuss eine Empfehlung für ein „**Geo-Engineering Moratorium**“ gegeben. Dieses soll den 193 Mitgliedsstaaten im Oktober 2010 auf der Vertragsstaatenkonferenz in Nagoya (Japan) vorgelegt werden. Es heißt darin, dass klimabezogene Geo-Engineering Aktivitäten solange nicht stattfinden sollen, bis eine angemessene wissenschaftliche Basis besteht, auf der die Risiken für Umwelt und Artenvielfalt und ihre sozialen, ökonomischen und kulturellen Folgen bewertet werden können.

## Quellen

- Geo-Engineering Climate Change. Ed. B. Launder, J.M.T. Thompson. Cambridge University Press 2010
- Max Planck Forschung, 1/ 2010. Wasser mit nebulöser Wirkung, C. Meier. Keime des Klimas, R. Wengenmayr.
- The Royal Society (2009), <http://royalsociety.org/Geoengineering-the-climate/> [Stand: 05.05.2010].
- UNEP (2010), <http://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-14/in-session/sbstta-14-L-09-en.pdf>
- BT-Drs. 16/9896 (2008). Bericht Technikfolgenabschätzung: CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken.