



Faktenblatt

Datum

Freitag, 17. Juni 2011

Geoengineering

Definition

Im hier verwendeten Kontext bezeichnet Geoengineering die bewusste Manipulation des Klimasystems der Erde mit dem primären Ziel, die vom Menschen verursachte globale Erwärmung abzuwenden oder zumindest zu vermindern¹. Zwei prinzipielle Ansätze lassen sich unterscheiden, die beide in den Strahlungshaushalt der Erde eingreifen:

- Methoden, welche der Atmosphäre das Treibhausgas Kohlendioxid entziehen (*Carbon Dioxide Removal, CDR*);
- Methoden, welche bewirken, dass die Erde weniger Sonnenstrahlung aufnimmt (*Solar Radiation Management, SRM*).

Die unter dem Namen *Carbon Capture and Storage (CCS)* bekannt gewordenen Verfahren, bei denen Kohlendioxid aus der Abluft grosser fossil-thermischer Kraftwerke abgeschieden und im geologischen Untergrund eingelagert werden soll, werden üblicherweise nicht dem Geoengineering zugerechnet.

Warum ist Geoengineering ein Thema?

Erste Überlegungen, wie die Natur auf der Erde grossräumig verändert werden könne, sind bereits früh veröffentlicht worden. Eine gezielte wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dieser Thematik setzte gegen Ende des 20. Jahrhunderts ein, als der Klimawandel und seine Auswirkungen von der internationalen Staatengemeinschaft als erdumfassendes Problem erkannt wurden. Die breite Öffentlichkeit wurde erstmals im Jahr 2006 mit Geoengineering konfrontiert, als ein Fachartikel des Nobelpreisträgers Paul Crutzen ein grosses Medienecho hervorrief. Der niederländische Atmosphärenchemiker diskutierte die Option, den globalen Temperaturanstieg durch die Einbringung von Sulfataerosolen in die höhere Atmosphäre zu

¹ Allgemeiner bezeichnet Geoengineering Versuche zur absichtlichen Veränderung der Natur, die sich in der Größenordnung des Planeten bewegen (Keith 2001; aus ProClim 2008). In der Fachliteratur findet sich auch "Climate Engineering" als Analogon. Dieser Terminus präzisiert einerseits die Zielrichtung, vernachlässigt andererseits jedoch, dass alle bekannten Verfahren Auswirkungen über das Klima hinaus haben.

verringern. Zusammen mit mehreren FachkollegInnen vertrat er die Ansicht, dass die Erforschung der verschiedenen Geoengineering-Ansätze trotz der offensichtlichen Risiken vorangetrieben werden müsse. Angesichts der zögerlichen Fortschritte in der UN-Klimapolitik, die keine rasche Reduktion der Treibhausgasemissionen erwarten liessen, könne Geoengineering eines Tages die einzige Möglichkeit darstellen, die Erwärmung der Erde auf ein vertretbares Niveau zu begrenzen. Auch der Einsatz vergleichsweise risikoarmer Methoden als Übergangsmassnahme zur Unterstützung anderweitiger Reduktionsbemühungen ist denkbar. Diese Sichtweisen, die Potential und Risiken gleichermaßen im Fokus haben, sind mittlerweile in wissenschaftlichen Kreisen weit verbreitet. Sie finden auch zunehmend Eingang in die politische und gesellschaftliche Diskussion.

Welche Geoengineering-Ansätze gibt es?

1) Entzug von Kohlendioxid aus der Atmosphäre (CDR)

CDR-Methoden verringern die atmosphärische Konzentration von Kohlendioxid und erleichtern auf diese Weise die Abstrahlung der langwelligen Wärmestrahlung von der Erdoberfläche in den Weltraum. Dieser Effekt wird hauptsächlich durch die Manipulation von Ökosystemen erreicht, wobei der Einbau des Treibhausgases in terrestrische oder marine Biomasse gezielt verstärkt wird. Neben diesen, zum Teil altbekannten Ansätzen, wurden auch neue, rein technische Lösungen zum Entzug und zur Speicherung von Kohlendioxid vorgeschlagen.

Die wichtigsten CDR-Methoden und ihre propagierten Wirkungsweisen sind²:

- Landnutzung, Aufforstungen und die Vermeidung von Abholzungen
Ein gezieltes Landnutzungsmanagement führt zu einem Aufbau der Kohlenstoffvorräte in der Biomasse und im Boden.
- Nutzung von Biomasse und Biokohle (*Biochar*)
Abgestorbene Biomasse wird gesammelt, ggf. zu Biokohle umgewandelt und in den Boden eingearbeitet. Auf diese Weise wird der Kohlenstoffgehalt des Bodens – möglichst langfristig – erhöht.
- Beschleunigung natürlicher Verwitterungsprozesse
Bei der Verwitterung von Gesteinen wird Kohlendioxid aus der Umgebungsluft verbraucht. Diese Prozesse, die normalerweise sehr langsam ablaufen, werden beschleunigt und somit der Umsatz von Kohlendioxid erhöht. Die Verwitterungsprodukte zu Land oder im Meereswasser binden den Kohlenstoff und halten ihn aus der Atmosphäre fern.
- Abscheidung aus der Umgebungsluft
Kohlendioxid wird in einer technischen Einrichtung an feste oder flüssige Substanzen gebunden. Dieser Prozess ist aus energetischer Sicht ungünstig (hohe Kosten), dafür weitgehend ortsunabhängig durchführbar. Das Kohlendioxid kann anschliessend im geologischen Untergrund eingelagert oder einer anderen Verwendung zugeführt werden, zum Beispiel mit dem Fischer-Tropsch-Verfahren zu synthetischem Treibstoff umgesetzt werden.

² Eine ausführliche Diskussion findet sich in The Royal Society (2009). Der englischsprachige Bericht der britischen Akademie der Wissenschaften stellt die bislang umfassendste Besprechung zu Geoengineering dar. ProClim (2008) stellt wichtige Erkenntnisse auf Deutsch zusammen.

- Düngung der Ozeane mit Eisen und anderen Nährstoffen
Die Düngung nährstoffarmer Oberflächenwässer bewirkt ein Algenwachstum. Das hierfür benötigte Kohlendioxid wird zum Teil aus der Atmosphäre nachgeliefert. Wenn abgestorbene Algen auf den Meeresboden sinken, wird der in der Biomasse eingebaute Kohlenstoff der Atmosphäre entzogen.

2) Verringerung der eintreffenden Sonnenstrahlung (SRM)

SRM-Methoden lenken die kurzweilige Sonnenstrahlung entweder von der Erde ab oder sie erhöhen das Rückstrahlvermögen (Albedo³) der Erdoberfläche, von Wolken oder der Atmosphäre insgesamt. Als Nettoeffekt trifft weniger Sonnenstrahlung am Erdboden auf.

Die wichtigsten SRM-Methoden und ihre propagierten Wirkungsweisen sind²:

- Erhöhung der Albedo an der Erdoberfläche
Weisse Dächer und ähnliche Aufhellungen in Siedlungsräumen, modifizierte Getreidearten und künstliche Reflektoren in Wüstenregionen erhöhen die Albedo.
- Erhöhung der Albedo durch Erzeugung von Meereswolken
Stratocumuluswolken, die weite Teile der Weltmeere bedecken, üben einen deutlichen Kühleffekt auf das Klima aus. Dieser Effekt wird verstärkt, indem in wolkenarmen Regionen von Schiffen und anderen Installationen Meerwasser in feinsten Tröpfchen versprüht wird, worauf sich an den Kondensationskernen neue Wolken bilden.
- Einbringen von Schwebeteilchen (Aerosolpartikel) in die Stratosphäre
Dieser Prozess kopiert die kühlende Wirkung starker Vulkanausbrüche wie beispielsweise des Pinatubo 1991, bei denen grosse Mengen Schwefelaerosole in die untere Stratosphäre, d.h. die Atmosphäre über ca. 10 km Höhe geschleudert werden. Mit Flugzeugen, Geschossen oder über fixierte Riesenballone wird kontinuierlich die benötigte Menge an Aerosolpartikeln nach oben befördert, wo sie einen Teil des Sonnenlichts reflektieren⁴.
- Installationen im Weltall
Sonnensegel lenken die Sonnenstrahlung ab und reduzieren die auf der Erde eintreffende Strahlungsenergie. Die Spannweite der vorgeschlagenen Installationen reicht von einem einzigen Sonnenschirm mit einem Durchmesser von 2000 km bis hin zu mehreren Tausend Milliarden kleiner, hauchdünner und lichtbrechender Scheiben.

³ Unter Albedo versteht man den Anteil der einfallenden Sonnenstrahlung, den eine Oberfläche reflektiert.

⁴ Ergänzung 10. Oktober 2014: Die Durchführung der Feldtests für das SPICE-Projekt (*Stratospheric Particle Injection for Climate Engineering*; <http://www2.eng.cam.ac.uk/~hemh/SPICE/SPICE.htm>), mit denen die Eignung von Ballonen für die Ausbringung erforscht werden sollte, wurde 2012 aufgegeben. Die Forschungsaktivitäten beschränken sich seither auf Laborexperimente und Modellierungen der Klima- und Umweltauswirkungen. Weitere Projekte oder Aktivitäten, insbesondere solche, die ein Versprühen von Aerosolen mittels Flugzeugen beinhalten, sind dem Bundesamt für Umwelt nicht bekannt. Geoengineering hat nichts mit der im Internet kursierenden Verschwörungstheorie der „Chemtrails“ zu tun, die jeglicher Grundlage entbehrt. Vgl. hierzu auch die Antwort des Bundesrats auf die Interpellation „Luftfahrzeugemissionen“ von Luc Recordon vom 12. September 2007: http://www.parlament.ch/D/Suche/Seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20073387.

3) Grundsätzliche Unterschiede zwischen CDR und SRM

CDR-Methoden wenden sich direkt gegen die Grundursache des Klimawandels, indem sie die atmosphärische Konzentration des wichtigsten anthropogenen Treibhausgases (CO₂) herabsetzen. Eine Wirkung auf die globale Durchschnittstemperatur entfalten sie nur langsam im Laufe von mehreren bis vielen Jahrzehnten. SRM-Methoden dagegen sind innerhalb von Jahren bis wenigen Jahrzehnten wirksam und stellen im Notfall die einzige Möglichkeit dar, die Klimaerwärmung kurzfristig zu mindern. Ihre Anwendung hätte keinen Einfluss auf die Treibhausgaskonzentrationen. Alle sonstigen Umweltprobleme, die mit dem hohen Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre einhergehen – hier ist vor allem die fortschreitende Versauerung der Ozeane zu nennen – blieben ungelöst. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass SRM preisgünstiger entwickelt und betrieben werden kann als CDR.

Welche Risiken sind mit Geoengineering verbunden?

Für eine umfassende Beurteilung der Risiken, die mit Geoengineering einhergehen, ist der Kenntnisstand zum gegenwärtigen Zeitpunkt durchwegs zu gering. In vielen Aspekten erscheint CDR mit weniger Unsicherheiten und Risiken behaftet als SRM, weil das Klimasystem dadurch mehr in Richtung seines natürlichen Zustands gerückt wird. Im Prinzip können auf diese Weise sogar „negative Emissionen“ generiert werden. Dagegen stellt eine Welt mit hohen atmosphärischen Treibhausgasgehalten und SRM-geminderter Temperatur einen dynamischen und neuartigen Zustand dar, der mit beträchtlichen Unsicherheiten verbunden ist. Darunter fallen unbekannte Schwellenwerte und Rückkopplungsmechanismen im Erdsystem sowie die Folgen der in diesem Fall ungehindert fortschreitenden Versauerung der Ozeane. Manche SRM-Methoden wirken regional unterschiedlich, worauf zum Beispiel Niederschlag, Windstärke und Ozeanströmungen reagieren. Eine Anwendung von SRM würde deswegen zusätzliche Risiken – mit potentiellen Folgekosten – kreieren. SRM kann nicht als nachhaltige Lösung betrachtet werden, nicht zuletzt bleibt die Frage nach Zeitpunkt und Art des richtigen Ausstiegs schwierig. Denn das abrupte Ende einer SRM-Operation birgt gemäss Modellrechnungen die Gefahr in sich, dass es zu einer starken, sprunghaft verlaufenden Erwärmung kommt (*Termination Problem*).

Über diese generellen Betrachtungen hinaus bergen alle Geoengineering-Ansätze individuelle Risiken in sich. Zwei vieldiskutierte Verfahren seien exemplarisch genannt:

- Für die CDR-Methode der Ozeandüngung weist der gegenwärtige Kenntnisstand auf massive Nebenwirkungen für die marine Biodiversität hin. Das Verständnis wird erschwert, da sich die experimentellen Ergebnisse teilweise widersprechen. Der Abbau der absinkenden Algen scheint unter gewissen Umständen die Produktion von Lachgas zu begünstigen, einem starken Treibhausgas, womit insgesamt sogar ein gegenteiliger Effekt erreicht würde.
- Der fortwährende Eintrag von Schwefelaerosolen in die Stratosphäre in der Größenordnung von mehreren Millionen Tonnen pro Jahr, der vielen Befürwortern des Geoengineering als die wahrscheinlichste SRM-Option gilt, könnte die globale Durchschnittstemperatur rasch senken. Beobachtungen und Modellstudien deuten allerdings darauf hin, dass dadurch die weltweiten Niederschlagsmuster beeinflusst werden und über eine Abschwächung der grossen Sommermonsune möglicherweise die Nahrungsmittelversorgung von Milliarden Menschen in Asien und Afrika beeinträchtigt

wird. Darüber hinaus könnten die Aerosolpartikel eine Schwächung der Ozonschicht bewirken, welche in der Stratosphäre die für Lebewesen gefährliche UV-Strahlung aus dem Sonnenlicht absorbiert.

Ethische Bedenken folgen aus der Generationenverantwortung. Wer auf Geoengineering setzt, zwingt zukünftige Generationen, die eingeleiteten Massnahmen fortzuführen, im schlimmsten Fall über mehrere Jahrhunderte hinweg zu hohen Kosten und mit heute unabsehbaren Nebenwirkungen für die globalen Ökosysteme. Eine freie Wahl, wie sie derzeit noch möglich ist, werden spätere Generationen in diesem Fall nicht mehr haben.

Beurteilung der verschiedenen Ansätze durch die Royal Society

In der umfassendsten Literaturstudie, die bislang zu Geoengineering durchgeführt wurde, hat The Royal Society (2009) die bekannten Ansätze zusammengestellt und kritisch diskutiert. In Abbildung 1 sind die wichtigsten Methoden nach den Kriterien Erschwinglichkeit, Wirksamkeit, Höhe des Risikos und Rechtzeitigkeit beurteilt.

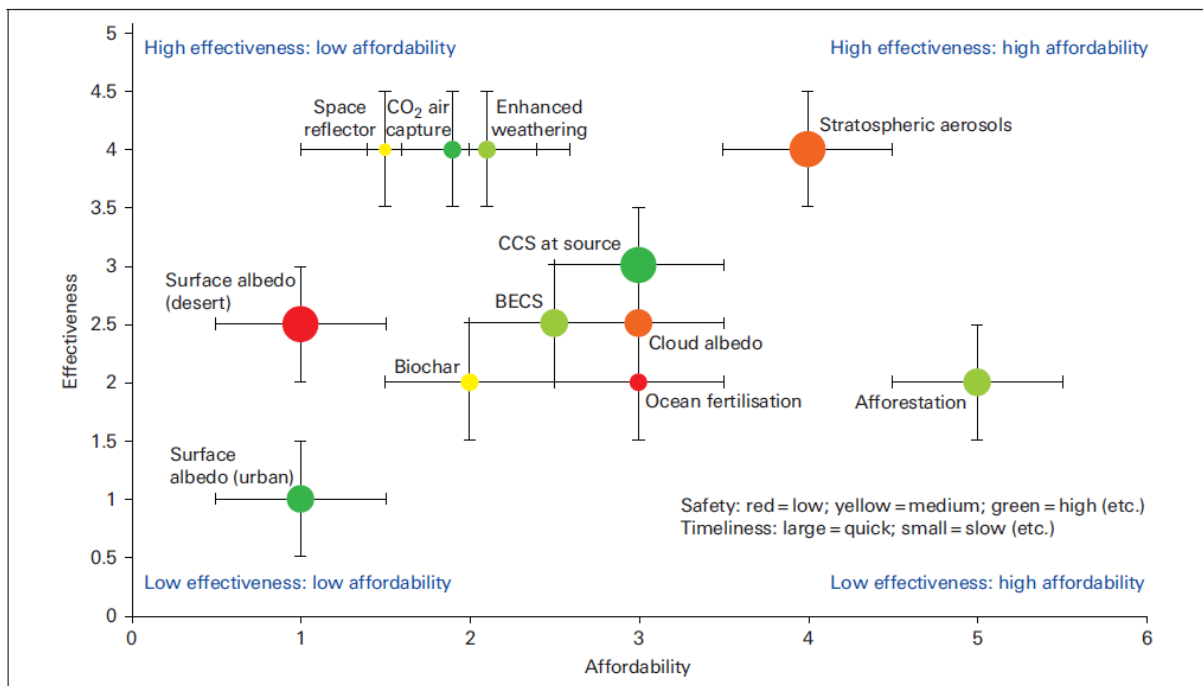


Abb. 1: Semiquantitative Beurteilung verschiedener Geoengineering-Ansätze nach Erschwinglichkeit (x-Achse), Wirksamkeit (y-Achse), Höhe des Risikos (Farbe) und Rechtzeitigkeit (Zeitpunkt der technischen Verfügbarkeit plus Dauer, bis eine Aktivität die globale Durchschnittstemperatur beeinflusst) (Kreisgrösse). Die horizontalen und vertikalen Linien geben die minimalen geschätzten Unsicherheiten wieder. Zu Vergleichszwecken sind (1) die Abscheidung von Kohlendioxid an einer Punktquelle (z.B. Kohlekraftwerk) angegeben mit nachfolgender Einlagerung im geologischen Untergrund (CCS at source) und (2) die Verwendung von Biomasse zur Wasserstoff- oder Stromerzeugung, wobei das freigesetzte Kohlendioxid ebenfalls aufgefangen und wie bei (1) dauerhaft gespeichert wird (BECS). Beide Verfahren werden generell nicht dem Geoengineering zugerechnet. Wegen der grossen Wissenslücken ist diese Darstellung als erster, provisorischer Versuch zu verstehen. (Quelle: The Royal Society 2009)

Bei den CDR-Methoden sind diejenigen am aussichtsreichsten, die ohne grossräumige Landnutzungsänderungen und störende Einflüsse auf andere Ökosysteme auskommen, wie die technische Abscheidung von Kohlendioxid aus der Umgebungsluft und einige Ansätze der Verwitterungsintensivierung. Aktivitäten, die zu Landnutzungskonflikten führen würden,

wie die Erzeugung und der Einsatz von Biokohle, könnten im kleineren Stil sinnvoll zum Klimaschutz beitragen. Hierfür bedarf es jedoch vorderhand weiterer methodenspezifischer Kenntnisse. Wenig erfolgsversprechend scheinen Methoden, die bewusst oder als Nebenwirkung im grossen Stil Ökosysteme verändern mit weitgehend unabsehbaren Umweltauswirkungen. Hier ist vor allem die Ozeandüngung zu nennen.

Als aussichtsreichste SRM-Methode erscheint die Einbringung von Schwefelaerosolen in die Stratosphäre. Dem grossen und vergleichsweise einfach zu erreichenden Kühlungspotential mit einigermaßen einheitlich über die Erde verteilten Auswirkungen stehen allerdings die oben skizzierten massiven Risiken gegenüber. Eine Mittelstellung nehmen die Ansätze zur Erhöhung der Albedo der Wolkendecke ein. Sie sind vermutlich weniger effektiv und ihre Wirkung lokal akzentuiert, dafür könnten die nötigen Vorversuche kleinräumig ohne grosse Auflagen stattfinden und die operationelle Umsetzung anschliessend relativ rasch erfolgen. Die Entwicklung und Bereitstellung der Weltraum-basierten Installationen wird auf mehrere Jahrzehnte veranschlagt. Die späte Verfügbarkeit wiegt für die Royal Society schwerer als die wahrscheinlichen Vorteile (gleichmässiger Kühleffekt über die Erde; für langandauerndes SRM möglicherweise die kostengünstigste Variante). Am wenigsten Potential wird den verschiedenen Methoden zur Erhöhung der Albedo an der Erdoberfläche zugemessen.

Bei dieser Präferenzbildung für CDR und SRM gilt zu beachten, dass eine abschliessende Beurteilung zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch für keine der genannten Methoden möglich ist. Die grossen Unsicherheiten und Wissenslücken verhindern auch fundierte Kosten-Nutzen-Rechnungen.

Hauptschlussfolgerungen der Royal Society

Die Royal Society zieht in ihrem Bericht zwei Hauptschlussfolgerungen. Zunächst betont sie, dass die Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) an ihren Anstrengungen, Emissionen zu reduzieren und Anpassungsmassnahmen zu entwickeln, festhalten und diese zukünftig intensivieren sollten. Alle bekannten Fakten über Geoengineering legen nahe, an diesem Vorgehen nichts zu ändern. Geoengineering könne allenfalls als Teil eines grösseren Massnahmenpakets betrachtet werden. In diesem Fall seien CDR-Methoden, welche die konventionellen Emissionsreduktionsmassnahmen unterstützen, prinzipiell vorzuziehen. Im Bedarfsfall stünde jedoch allein SRM als kurzfristig verfügbare Notlösung zur Verfügung. Davon abgesehen sollte wegen der unabsehbaren Risiken SRM nur auf begrenzte Zeit und nur mit einer klaren und realistischen Rückzugsstrategie angewandt werden.

Abbildung 2 zeigt modellhaft, wann und wie Geoengineering zum Einsatz gelangen könnte. Als ausschlaggebendes Kriterium dient hier die Überschreitung der 2°C-Schwelle. Bei einer Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur um diesen Wert (der in der Schweiz einem Anstieg um 3-4°C entspricht) wird generell von einer gefährlichen Störung des Klimasystems ausgegangen. Zur zügigen Minderung der Temperaturerhöhung wird zunächst auf SRM fokussiert. Die Massnahmen werden alsbald mit CDR ergänzt, welches SRM in dem Masse sukzessive ersetzt, in dem Kohlendioxid dauerhaft aus der Atmosphäre entzogen wird. Zusammen mit den Massnahmen zur Emissionsreduktion (Mitigation), die für sich allein nicht wirksam genug wären, drückt Geoengineering die globale Durchschnittstemperatur zurück an die 2°C-Schwelle. Der Klimaänderung kann zu jeder Zeit auch durch die Umsetzung geeigneter Anpassungsstrategien (Adaptation) begegnet werden. Die Auswirkungen des restlichen Temperaturüberschusses, in Abbildung 2 durch die unterste Fläche dargestellt (Impact & Suffering), müssen von der Biosphäre der Erde ertragen werden.

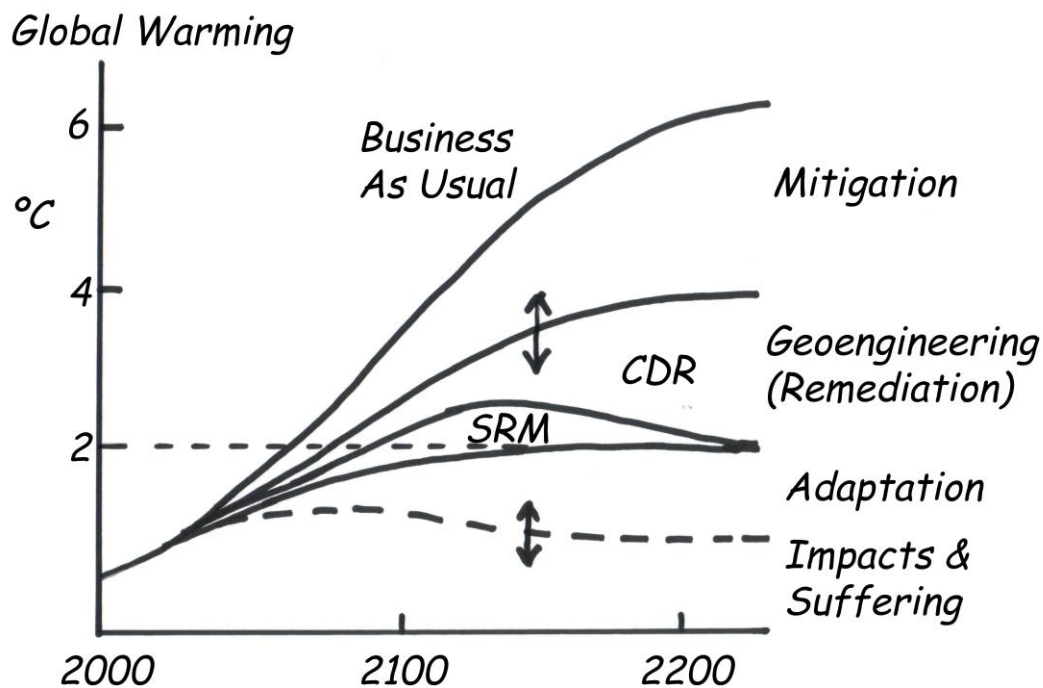


Abb. 2: Modellvorstellung, wie *Solar Radiation Management* (SRM) und *Carbon Dioxide Removal* (CDR) eingesetzt werden könnten, um die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur auf 2°C gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen. Die Zeitachse (x-Achse) ist – anders als dargestellt – nicht zwangsläufig linear: Modellstudien weisen darauf hin, dass SRM gegebenenfalls über mehrere Jahrhunderte aufrechterhalten werden muss. Die y-Achse stellt die Erhöhung der Durchschnittstemperatur auf der Erde dar. Das Ausmass von Mitigation und Adaptation wird durch die internationale und nationale Klimapolitik bestimmt, was mittels Pfeilen angedeutet ist. (Quelle: Shepherd & Rayner, eingereicht)

Die zweite zentrale Empfehlung im Bericht der Royal Society lautet, die Anstrengungen zur Erforschung und Entwicklung des Geoengineering zu erhöhen, um Wirksamkeit, Kosten und Risiken besser einschätzen zu können. Während die technische Durchführbarkeit vieler Ansätze bereits als sehr wahrscheinlich gilt, sind alle anderen Faktoren weitgehend ungeklärt.

Governance – wer übernimmt die politische Verantwortung und fachliche Steuerung?

Die Akzeptanz von Geoengineering hängt mindestens ebenso von soziokulturellen, rechtlichen, ethischen und politischen wie von rein wissenschaftlichen und technischen Faktoren ab. Bislang wurde weder eine der genannten Methoden im grossen Stil getestet noch im operationellen Sinne angewandt. Einige Geoengineering-Methoden könnten dennoch schon bald unilateral von einem Land oder sogar von Privatorganisationen gestartet werden. Beispielsweise haben mehrere Firmen bereits Projekte angekündigt, mittels Ozeandüngung handelbare Zertifikate generieren zu wollen. Die Folgen solcher individueller Aktivitäten würden alle Länder und alle Lebewesen auf der Erde betreffen. Im positiven Fall dämpfen sie die Klimaerwärmung und haben keine schwerwiegenden Nebeneffekte. Denkbar sind jedoch auch Fälle, in denen ein Land aufgrund einer empfundenen Gefährdung unilateral zu einer noch unausgereiften SRM-Technik greift. Derzeit ist nicht klar, ob dies durch bestehende internationale Verträge verhindert werden könnte.

Der Aufbau nationaler und internationaler Steuerungsstrukturen mit klaren Verantwortlichkeiten und verbindlichen Richtlinien für Forschung, Entwicklung und Anwendung von Geoengineering (*International Governance*) ist deswegen eine dringende Notwendigkeit: Wer wird über eine Anwendung entscheiden und festlegen, welche globale Durchschnittstemperatur „eingestellt“ wird? Wer wird die Verantwortung für unvorhergesehene Nebenwirkungen und regionale Disparitäten zum Beispiel hinsichtlich der Niederschlagsverteilung übernehmen? Gegenwärtig nehmen Grossbritannien und die USA in diesem Kontext eine führende Rolle ein. Die beiden Länder haben auf parlamentarischer Ebene bereits eine Zusammenarbeit zur Ausarbeitung derartiger Fragen vereinbart.

Im Jahr 2010 gab es zwei bemerkenswerte Entwicklungen. Auf Initiative kritischer Wissenschaftler wurden die sogenannten *Oxford Principles* verabschiedet⁵. Sie umfassen fünf Selbstverpflichtungen, wie zum Beispiel Information und Einbezug der Öffentlichkeit, unabhängige Kontrollen der Forschungstätigkeit und den Grundsatz, dass ein Anwendungsentscheid für den Einsatz von Geoengineering erst nach dem Aufbau einer robusten Governance akzeptabel sei. Einen Schritt weiter gingen die Teilnehmer der UN-Biodiversitätskonvention im Oktober 2010. Sie sprachen sich für ein Moratorium für Geoengineering in grossem Umfang aus. Erlaubt bleiben kleinere Experimente unter kontrollierten Rahmenbedingungen.

Einschätzung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Die Klimapolitik der Schweiz setzt nicht auf eine risikobehaftete Notlösung, sondern begegnet den Ursachen des Klimawandels direkt mit den erprobten Massnahmenpaketen zum Energiesparen, zur Förderung der erneuerbaren Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz. Ihr Ziel ist es zu vermeiden, dass Geoengineering zur Anwendung gelangen muss.

Gleichwohl gebietet das Vorsorgeprinzip, den Handlungsspielraum zur Beeinflussung des Erdklimasystems möglichst breit zu gestalten. In diesem Sinne befürwortet das BAFU die Erforschung von Geoengineering, sofern sie sich den international vereinbarten Regeln und ethischen Grundsätzen (Nord-Süd-Gerechtigkeit, Generationenverantwortung) verpflichtet. Der zielstrebige Aufbau einer *International Governance*, welche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des Geoengineering regelt, wird als prioritäre Aufgabe eingestuft. In jedem Fall lehnt das BAFU eine operationelle Anwendung von Geoengineering in einem Massstab, der festgelegte Testdimensionen (im Sinne der Biodiversitätskonvention; s.o.) überschreitet, ohne rechtsgültigen Beschluss der internationalen Staatengemeinschaft ab. Die Ausstellung von Emissionsgutschriften aus Geoengineering-Projekten zur Kompensation inländischer Treibhausgasemissionen ist gegenwärtig nicht vorgesehen.

Das BAFU ist sich der Gefahr bewusst, dass mit steigendem Bekanntheits- und Erforschungsgrad in der Öffentlichkeit und bei Entscheidungsträgern der Eindruck entstehen könnte, Geoengineering stelle eine Alternative zu stringenten Emissionsreduktionen im Rahmen eines internationalen Klimaabkommens und zu wirksamen Anpassungsstrategien dar. Dieser Eindruck ist falsch, wie auch The Royal Society (2009) in ihrer kritischen Bestandsaufnahme klar hervorhebt. Keiner der bekannten Geoengineering-Ansätze löst das eigentliche Problem des vom Menschen verursachten Klimawandels.

⁵ <http://www.insis.ox.ac.uk/fileadmin/InSIS/Publications/regulation-of-geoengineering.pdf>; vgl. auch <http://geoengineering-governance-research.org/about.php>.

Zitierte Literatur

ProClim (2008): Mit Geoengineering gegen die Klimaerwärmung: Dilemma zwischen Möglichkeiten und Risiken. Climate Press 24.

<http://proclim4f.scnat.ch/4dcgi/proclim/de/News?33618>

The Royal Society (2009): Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty.

London. <http://royalsociety.org/geoengineering-the-climate/>

Auskünfte

- Andreas Schellenberger, Abteilung Klima
- Paul Filliger, Abteilung Klima
- E-Mail: climate@bafu.admin.ch