

Irrweg Geoengineering

Ein zivilgesellschaftliches Briefing

Seit etwa einem Jahrzehnt lobbyiert eine kleine, aber wachsende Gruppe von Regierungen und Wissenschaftler/-innen¹ – vor allem aus den mächtigsten Ländern der Welt, die das Klima am stärksten belasten – für die politische Akzeptanz von Geoengineering. Diese Technologien, die das Klima im großen Maßstab manipulieren sollen, sind grundsätzlich hochriskant, und ihre negativen Auswirkungen wären mit großer Wahrscheinlichkeit stark ungleich verteilt. Aus diesem Grund ist Geoengineering bis vor wenigen Jahren häufig als „Plan B“ präsentiert worden, um der Klimakrise zu begegnen. Der Diskurs hat sich jedoch seit dem Pariser Abkommen mit dem ambitionierten Ziel, den Temperaturanstieg auf deutlich unter 2 Grad, möglicherweise sogar 1,5 Grad zu begrenzen, verändert. Heute wird Geoengineering zunehmend als „unerlässliches“ Mittel betrachtet, um dieses Ziel zu erreichen, und zwar durch eine Kombination riskanter Technologien, die CO₂ aus der Atmosphäre entfernen sollen, um sogenannte "negative Emissionen" zu erzeugen, oder solche, die die Kontrolle über das globale Thermostat übernehmen sollen, um die Temperatur des Klimas direkt zu senken. Es sollte nicht überraschen, dass Geoengineering angesichts steigender Temperaturen an politischer Akzeptanz gewinnt. Die Industrie der fossilen Energieträger versucht verzweifelt, ihre vorhandene Infrastruktur mit einem geschätzten Wert von 55 Billionen US-Dollar zu schützen, sowie die 20 bis 28 Billionen US-Dollar an vorgemerkten Vermögenswerten, die nur dann realisiert werden können, wenn den Konzernen erlaubt wird, die Zielwerte für Treibhausgasemissionen zu überschreiten.

Beide Argumentationslinien hinter Geoengineering spielen dem Sektor in die Hände: Einerseits soll Geoengineering der Atmosphäre CO₂ entziehen, indem es abgeschieden und unter der Erde oder im Meer gelagert wird. Andererseits soll etwa durch das Ausbringen von Sulfaten in die Stratosphäre die Temperatur künstlich gesenkt werden. Das würde uns „mehr Zeit verschaffen“, um uns international endlich auf eine radikale Reduktion unserer Emissionen aus fossilen Energieträgern zu einigen. Diese Argumentation ermöglicht es den fossilen Industrien, das Bersten der „Kohlenstoffblase“ hinauszuzögern, ohne den Klimawandel länger unverhohlen leugnen zu müssen – sie setzen auf einen technologischen „Fix“ in der Zukunft, der es ihnen heute erlaubt, weiter zu emittieren.

Mit anderen Worten: Geoengineering wird zum Hauptinstrument der fossilen Industrien, um den politischen Willen, jetzt tatsächlich Emissionen zu senken, zu unterminieren. Außerdem greifen zunehmend verzweifelte Klimawissenschaftler/-innen, die keinen Weg sehen, unser durch Wachstum getriebenes Wirtschaftsmodell mit einer klimaverträglichen Zukunft in Einklang zu bringen, zu Geoengineering als letzter Waffe.

Doch um was handelt es sich bei Geoengineering genau, und welche Technologien werden vorgeschlagen? Welche Risiken und Auswirkungen bergen die jeweiligen Technologien für die ökologische Integrität, Umwelt- und Klimagerechtigkeit sowie für die Demokratie?

Was ist Geoengineering?

Geoengineering existiert als Idee bereits seit mehr als einem Jahrhundert. Die längste Zeit wurde es vor allem als militärisches Mittel zur Manipulation des Wetters in Kriegskontexten diskutiert. Mit der sich verschärfenden Klimakrise hat sich das Spektrum der Geoengineering-Vorhaben verbreitert und der Fokus der öffentlichen Debatte verschoben: Heute wird Geoengineering vor allem als kontroverses Mittel diskutiert, den Klimawandel (und nicht mehr andere Nationen) zu bekämpfen. Sein militärischer Entstehungskontext sollte aber nicht gänzlich aus dem Blick verloren werden.

Unter Geoengineering bzw. Klima-Engineering wird ein ganzes Bündel an vorgeschlagenen Technologien verstanden, mit denen absichtlich und großmaßstäblich in die Erdsysteme interveniert werden soll, um diese zu manipulieren. Damit sind insbesondere Eingriffe in das Klimasystem als technologischer „Fix“, also als Pseudolösung, der Klimakrise gemeint, die dem Klimawandel bzw. seinen Effekten teilweise entgegen wirken sollen.

Fortsetzung auf der nächsten Seite >

¹ In diesem Briefing sprechen wir von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern (als Wissenschaftler/-innen), möchten jedoch anmerken, dass die Gruppe der Wissenschaftler/-innen in diesem Feld mit großer Mehrheit aus Männern aus dem Globalen Nordens besteht.

Es wird zunehmend argumentiert, diese Technologien seien nötig, um für einen tatsächlichen und transformativen zukünftigen Wandel „mehr Zeit zu gewinnen“ oder als „Vorsorgemaßnahme“ für unsere Urenkelkinder, um ein letztes Mittel an der Hand zu haben, einen unbeherrschbar gewordenen Klimawandel und Naturkatastrophen zu „bekämpfen“.

Die schwierige Last der tatsächlichen Emissionsreduktionen, aber auch der potentiell katastrophalen Auswirkungen des Klimawandels sowie von Geoengineering selbst würde damit an die nächste Generation weitergereicht.

Geoengineering kann Interventionen an Land, im Meer oder in der Atmosphäre bedeuten. Zumeist wird zwischen dem sogenannten Solar Radiation Management (SRM, Management der Sonneneinstrahlung der Erde) und Greenhouse Gas Removal (GGR, Treibhausgasabscheidung), vor allem Carbon Dioxide Removal (CDR, CO₂- bzw. CDR-Technologie), unterschieden. Bei fast allen Geoengineering-Vorhaben handelt es sich um theoretische Vorschläge, die noch nicht erprobt und getestet sind – insbesondere nicht im großen, also planetaren, Maßstab. Und obwohl ein paar CDR-Technologien ihren Befürworter/-innen zufolge sich der Marktreife nähern, ist die Behauptung oder Annahme, dass der großmaßstäbliche Einsatz dieser Technologien eine Antwort auf den Klimawandel sein könnte, reine Spekulation, die bestenfalls auf begrenzten Computermodellen beruht.

Keine der vorgeschlagenen Geoengineering-Technologien behandelt die tatsächlichen Ursachen des Klimawandels. Stattdessen sollen sie einigen seiner Symptome teilweise entgegenwirken. Die zugrundeliegenden Treiber des Klimawandels (z.B. steigender Konsum, Entwaldung, nicht nachhaltige Landwirtschaft und Änderungen der Landnutzung) würden davon unberührt weiter bestehen und wirksam sein. Geoengineering ist inhärent und in seinen Auswirkungen grenzübergreifend, da es darauf abzielt, komplexe globale Systeme wie den Kohlenstoff- und den Wasserkreislauf gezielt zu manipulieren. Da unser Wissen um die Funktionsweisen des planetaren Ökosystems und die Zusammenhänge all seiner Subsysteme sehr begrenzt ist, besteht eine erhebliche Wahrscheinlichkeit, dass Geoengineering den Klimawandel und andere ökologische Krisen verschärfen würde statt das Problem zu lösen.

Vorgeschlagene Geoengineering- Technologien

Treibhausgasabscheidung (GGR, Greenhouse Gas Removal)

GGR bezieht sich auf ein Bündel vorgeschlagener Technologien, die Treibhausgase aus der Atmosphäre entfernen. Ein häufiger verwendeter Oberbegriff ist **Carbon Dioxide Removal (CDR, CO₂-Abscheidung bzw. CDR-Technologie)**, der jedoch andere Gase, z.B. Methan, nicht umfasst. Im Folgenden werden einige der Technologien vorgestellt.

Meeresdüngung (OF, Ocean Fertilization)

Bei der Meeresdüngung werden Eisen oder andere Nährstoffe (z.B. Harnstoff) in Bereichen des Ozeans ausgebracht, in denen die biologische Produktivität niedrig ist, um hier das Wachstum von Phytoplankton zu stimulieren. Theoretisch soll das hierdurch entstandene Phytoplankton CO₂ aus der Atmosphäre aufnehmen, absterben und sich auf dem Meeresboden absetzen, wobei es Kohlenstoff binden und so dem Kreislauf dauerhaft entziehen soll. Die tatsächliche Wirksamkeit der Meeresdüngung ist mehr als zweifelhaft: Freiluftexperimente in der Vergangenheit haben gezeigt, dass der größte Teil des „gebundenen“ Kohlenstoffs über die marine Nahrungskette wieder in den Kreislauf gelangt und freigesetzt wird. Ozeandüngung greift in die komplexe Struktur der empfindlichen marinen Nahrungsnetze ein und stört diese, sie kann toxische Algenblüten verursachen und in manchen Meeresschichten zu Sauerstoffmangel führen.

Manipulation der marinen Schichtung

Bei dieser Technologie soll die marine Schichtung künstlich so durchmischt werden, dass nährstoffreiches Wasser aus tieferen Meeresschichten an die Oberfläche gebracht wird. Die Nährstoffe aus dem kalten Tiefenwasser sollen die Produktion von Phytoplankton stimulieren, welches CO₂ aufnehmen und der Atmosphäre entziehen soll, indem es anschließend auf den Boden absinkt. Ähnlich wie bei der Meeresdüngung ist die Wirksamkeit fraglich. Die Technik würde zudem ebenfalls die marinen Nahrungsketten und die marine Umwelt beeinträchtigen und könnte – ironischerweise – bereits gebundenes CO₂ aus tieferen Meeresschichten wieder an die Oberfläche und zurück in den Kreislauf bringen.

CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS, Carbon Capture and Storage)

CCS bezieht sich meist auf die mechanische Abscheidung von CO₂-Emissionen aus Kraftwerken oder anderen industriellen Quellen. Typischerweise wird das CO₂ mit einem chemischen Sorptionsmittel abgeschieden, bevor die Emissionen den Schornstein verlassen. Das komprimierte und verflüssigte CO₂ wird dann zur Langzeitspeicherung in unterirdische Grundwasserleiter gepumpt. CCS wurde ursprünglich unter dem Namen Enhanced Oil Recovery (EOR) bzw. tertiäre Ölgewinnung als eine Technologie der Erdölindustrie entwickelt: Indem Druckgas in leere Bohrlöcher gepumpt wird, lassen sich letzte, schwer erreichbare Petroleumreserven erschließen.

CCS ist nur wirtschaftlich, wenn es mit hohen Subventionen unterstützt oder als EOR zur Ölgewinnung eingesetzt wird – in diesem Fall treibt es die Produktion von Erdöl und somit von Emissionen weiter an. Die Möglichkeit, CO₂ dauerhaft zu speichern, wird von vielen Expert/-innen in Frage gestellt. Das abgeschiedene CO₂ könnte aus vielen Gründen entweichen: mangelhafte Bauweise der Anlagen, Erdbeben oder andere unterirdische Bewegungen. In diesen hohen Konzentrationen ist CO₂ für das Tier- und Pflanzenreich hochtoxisch. CCS, das an Quellen fossiler Emissionen gekoppelt ist, wurde von der Definition von Geoengineering der UN-Biodiversitätskonvention ausgenommen, ist jedoch in anderen Definitionen eingeschlossen.

CO₂-Abscheidung, -Nutzung und -Speicherung (CCUS, Carbon Capture Use and Storage)

CCUS beruht auf der Idee, das aus der Industrie oder der Atmosphäre abgeschiedene CO₂ als Rohstoff für die industrielle Fertigung zu nutzen, was theoretisch zur Speicherung des CO₂ in den gefertigten Produkten führen würde. In einem hypothetischen Beispiel wird das abgeschiedene CO₂ an Algen verfüttert, die Biokraftstoffe produzieren; in einem anderen wird es mit kalkbildenden Mineralien zur Reaktion gebracht, um Beton für Bauzwecke zu produzieren. CCUS hat viele derselben möglichen Auswirkungen wie CCS, jedoch mit dem erhöhten Risiko, dass CO₂ bei der Verarbeitung und aus den Endprodukten entweicht. Über den gesamten Produktionslebenszyklus hinweg hat CCUS zudem eine fragwürdige Energie- und Emissionsbilanz: Wird die gesamte Energie für Verarbeitung, Transport und Entsorgung in der Bilanz berücksichtigt, ist es wahrscheinlich, dass CCUS zu einem Nettoanstieg der Treibhausgasemissionen führt.

Direct Air Capture (DAC)

Bei DAC soll CO₂ (oder potentiell auch andere Treibhausgase) mit chemischen Mitteln und mechanischen Methoden der Atmosphäre entzogen werden. Dabei werden beispielsweise große Ventilatoren eingesetzt, die die Umgebungsluft durch einen Filter bewegen und mit Hilfe eines chemischen Sorptionsmittels der Luft das CO₂ entziehen. Dieses steht dann in Form eines Gasstroms für CCS, Enhanced Oil Recovery oder andere Nutzungen zur Verfügung. Bei DAC handelt es sich um ein kommerzielles Vorhaben mit einem extrem hohen Energiebedarf. Die Energie- und Emissionsbilanz ist daher fragwürdig, insbesondere, wenn DAC mit fossiler Energie betrieben werden würde.

Wie CCS wird es für Enhanced Oil Recovery an Standorten vorgeschlagen, an denen industrielle CO₂-Quellen nur eingeschränkt zur Verfügung stehen. Die CO₂-Rückgewinnung aus der Umgebungsluft liegt bei aktuellen DAC-Prototypen auf einem niedrigen Niveau. Wenn DAC eine klimarelevante Wirkung haben soll, muss CO₂ in einem Maße unter der Erde gespeichert werden, das gravierende Umweltauswirkungen auf den Boden hätte. Weiterhin würde die Produktion und der Transport der großen Mengen an benötigten Sorptionsmittel ebenfalls bedeutende Mengen an Treibhausgasen und toxischen Abfällen erzeugen, die bisher unbilanziert bleiben. Die Frage der Lagerung bleibt ungelöst, und eine theoretische Verknüpfung mit CCS oder CCUS wird diese, wie oben beschrieben, nicht lösen.

Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung (BECCS, Bioenergy with Carbon Capture and Storage)

Bei BECCS handelt es sich um die Abscheidung von CO₂ aus Bioenergieanwendungen (z.B. der Produktion von Äthanol oder der Verbrennung von Biomasse zur Stromerzeugung) und der nachfolgenden Speicherung des gewonnenen CO₂ durch CCS (oder CCUS). In der Theorie hat BECCS eine "negative CO₂-Bilanz", da Bioenergie theoretisch „CO₂-neutral“ ist. Dies beruht auf der Vorstellung, dass Pflanzen nachwachsen und dabei das zuvor ausgestoßene CO₂ binden. Kritiker/-innen weisen darauf hin, dass dabei weder die Emissionen aus Landnutzungsänderungen noch die Emissionen des gesamten Produktionszyklus von Bioenergie berücksichtigt werden.

Bioenergie ist daher in den seltensten Fällen „emissionsneutral“, tatsächlich führen viele Bioenergieanwendungen zu mehr CO₂-Emissionen als die fossilen Energien, die sie ersetzen sollen.² Der Maßstab, den viele Klimamodelle – beispielsweise im 5. Sachstandsbericht des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) – für den Einsatz von BECCS annehmen, um den globalen Temperaturanstieg unter 2 Grad zu halten, würde zwischen 500 Millionen und 6 Milliarden Hektar Land benötigen, um die entsprechende Menge an Biomasse anzubauen. Gegenwärtig werden weltweit 1,5 Milliarden Hektar für landwirtschaftliche Produktion verwendet – die Auswirkungen auf Land, Wasser, Biodiversität und Lebensgrundlagen sowie die Konkurrenz um Land zur Lebensmittelproduktion wären verheerend, wenn solch riesige Mengen an zusätzlichen Landflächen in Monokulturplantagen umgewandelt werden würden.

Turboverwitterung (EW, Enhanced Weathering)

Bei EW-Techniken sollen pulverisierte Mineralien (insbesondere Silikate) an Land oder im Meer gelöst werden, sodass sie mit atmosphärischem CO₂ chemisch reagieren und es im Meer oder im Boden binden. Die enorme Menge an dafür benötigten Mineralien – etwa in einer Größenordnung des gegenwärtigen globalen Kohleabbaus³ – würde die negativen Auswirkungen der Bergbauindustrie auf Umwelt und Menschenrechte ausweiten, mit schwerwiegenden Folgen für Land und Biodiversität. Abbau, Verarbeitung, Transport und Ausbringen der Mineralien produzieren außerdem zusätzliche Emissionen, die oft bei der Bilanzierung in den Modellen nicht einberechnet werden. Die Manipulation der Chemie der Ozeane ist außerdem mit vielen unbekanntem und unberechenbaren Faktoren behaftet.

Biokohle (Biochar)

Für Biokohle-Techniken sollen Biomasse sowie organische und andere Abfälle ohne Sauerstoff verbrannt werden, um Kohle zu produzieren. Diese Kohle wird dann als Bodenzusatz mit der Erde vermischt, der Kohlenstoff wird direkt im Boden vergraben.

Die Idee stammt von den schwarzen Terra Preta-Böden im Amazonas, deren Fruchtbarkeit indigene Gemeinschaften durch Zugabe von Kohle steigerten. Der großmaßstäbliche bzw. industrielle Einsatz dieses Ansatzes unterscheidet sich jedoch stark von diesen Praktiken im Regenwald. Industriell hergestellte Biokohle bräuchte riesige Landflächen für Plantagen, die dann abgebrannt würden. Dabei würden landwirtschaftliche Böden und Biodiversität zerstört werden und die Treibhausgasemissionen aus dem Boden steigen. Weiterhin könnten sich je nach Quelle der produzierten Biokohle toxische Stoffe darin anreichern. Die positive Wirkung auf die Fruchtbarkeit der Biokohle als Bodenhilfsstoff ist je nach Typ Biokohle unterschiedlich zu bewerten. Auch die Effektivität der Technologie lässt Zweifel aufkommen: Teilweise wurde in Feldtests festgestellt, dass mit Biokohle bearbeitete Böden weniger CO₂ binden, da der zusätzliche Kohlenstoff Bodenmikroben anregte, mehr CO₂ freizusetzen.⁴

Solar Radiation Management (SRM, Management der Sonneneinstrahlung)

Unter den Begriff Solar Radiation Management (SRM) fallen einige vorgeschlagene Technologien, die das Sonnenlicht in den Weltraum zurückreflektieren sollen, bevor es das Erdklima erwärmt. Die wichtigsten SRM-Vorschläge sind folgende:

Stratospheric Aerosol Injection (SAI, Ausbringung von Aerosolen in die Stratosphäre)

Bei diesem SRM-Vorschlag sollen große Mengen anorganischer Partikel (z.B. Schwefeldioxid) in der Stratosphäre (der oberen Schicht der Atmosphäre) eine spiegelnde Barriere gegen einfallendes Sonnenlicht bilden. Die Partikel sollen aus Artilleriegeschützen, großen Schläuchen oder Flugzeugen in der Stratosphäre ausgebracht werden. Weitere Vorschläge sind: die Entwicklung von Partikeln, die eigenständig frei schweben, sowie der Einsatz von Partikeln aus anderen reflektierenden Materialien, z.B. Titan, Aluminium oder Kalzit – sogar Diamantenstaub ist in der Diskussion.

2 Eine Sammlung von wissenschaftlicher Literatur zum Thema findet sich unter <http://www.biofuelwatch.org.uk/biomass-resources/resources-on-biomass/>

3 Köhler et al (2010). The geoengineering potential of artificially enhanced silicate weathering of olivine. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107 (47): 20228-20233.

4 Major et al (2010). Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savannah oxisol. *Plant Soil*, Vol. 333, 10.

Die am intensivsten untersuchte Option, SAI mit Sulfaten, würde wahrscheinlich die Ozonschicht weiter abbauen und könnte die Niederschlags- und Windverhältnisse in den Tropen und Subtropen verändern. Dies könnte in Afrika und Asien Dürren verursachen und den Monsun beeinflussen, was schwerwiegende Umweltauswirkungen bewirken und die Nahrungsmittel- und Wasserquellen von zwei Milliarden Menschen gefährden würde. Das Risiko stark unterschiedlicher regionaler Auswirkungen wird auch durch die Klimamodelle bestätigt.

Marine Cloud Brightening (MCB, Aufhellung von Wolken über dem Meer) oder Cloud Reflectivity Enhancement (Steigerung der Reflektivität von Wolken)

Das Ziel von MCB-Vorschlägen ist, Wolken weißer zu machen, sodass sie mehr Sonnenlicht ins Weltall reflektieren. Wie bei anderen SRM-Vorschlägen können Veränderungen der Sonneneinstrahlung Wetterverhältnisse beeinflussen und die globale Niederschlagsmenge reduzieren. Negative Auswirkungen auf Meeres- und Küstenökosysteme sowie die Landwirtschaft sind wahrscheinlich.

Ausdünnung von Cirruswolken

Einige Forscher/-innen sehen Anhaltspunkte dafür, dass die Ausdünnung von Cirruswolken (fedrige, langgezogene Wolken in großer Höhe) zu einem größeren Wärmeabtransport in den Weltraum führen könnte, was das Klima insgesamt kühlen würde. Allerdings gibt es bei der Wolkenbildung und -chemie so viele Unbekannte mit potenziell unberechenbaren Auswirkungen, dass diese Methode sogar zu dem gegenteiligen Effekt führen könnte.

Nutzpflanzen mit erhöhter Albedo (Rückstrahlvermögen) und Abholzen von schneereichen Wäldern

Verschiedene Vorschläge behaupten, dass der Anbau von Nutzpflanzen, die mehr Licht reflektieren (entweder neue gentechnisch veränderte Nutzpflanzen oder Sorten existierender Nutzpflanzen mit hoher Albedo), die Atmosphäre kühlen könnte, indem sie mehr Sonneneinstrahlung in den Weltraum reflektieren. Eine weitere Idee ist, Wälder in Gebieten abzuholzen, die den Großteil des Jahres mit Schnee bedeckt sind.

Der dann flacher liegende und hellere Schnee würde mehr Licht reflektieren. Der Einsatz von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen oder Bäumen beinhaltet alle bekannten Risiken für die biologische Sicherheit und Landnutzung, u.a. die Ausbreitung von gentechnisch veränderten Pflanzen, Bodenerosion und dem massiven Gebrauch von kontaminierenden Agrochemikalien. Das Abholzen von Wäldern, um weiße Wüsten zu schaffen, hätte massive Auswirkungen auf Biodiversität und Klima – inklusive der Freisetzung des Kohlenstoffs, der gegenwärtig in den Wäldern gespeichert ist. Generell erscheint es unwahrscheinlich, dass mit der Aufhellung von Oberflächen an Land überhaupt ein klimarelevanter Effekt erzeugt werden kann.

Mikroblasen und Schaum

Es existieren unterschiedliche Ideen, die Reflektivität der Oberfläche des Meeres (oder anderer Gewässer) mit winzigen Bläschen oder mit Hilfe von Schäumungsmitteln auf der Wasseroberfläche zu steigern. Schäume können den Lichteinfall in Meeren und Gewässern beeinträchtigen und dadurch das ozeanische Leben belasten sowie den Sauerstoffgehalt in den oberen Meeresschichten senken, mit negativen Auswirkungen auf die Artenvielfalt.

Wettermodifikation (WM)

Wettermodifikation umfasst verschiedene Techniken – u.a. Wolkenimpfung und ähnliche Technologien – um Wetter- und Niederschlagsverhältnisse zu verändern, ohne die Absicht, globale Klimaverhältnisse zu beeinflussen. WM-Techniken haben dazu geführt, dass lokale Gemeinschaften unter Dürren und überschwemmten Nutzpflanzen leiden mussten. Weil jedoch davon ausgegangen wird, dass WM nur lokale oder regionale Auswirkungen hat, wird sie häufig nicht dem Geoengineering zugerechnet; die beiden Technologiekategorien stehen jedoch durchaus miteinander in Verbindung.

Weitere Informationen über die Auswirkungen der einzelnen Technologien stehen im Geoengineering Monitor zur Verfügung:

<http://www.geoengineeringmonitor.org/>

Warum ist Geoengineering so gefährlich?

Jede Geoengineering-Technologie birgt bestimmte Risiken, aber einige Schlüsselprobleme sind ihnen allen gemeinsam:

Größenordnung: Wenn irgendeine Geoengineering-Technologie Auswirkungen auf das globale Klima haben soll, muss sie in einer gewaltigen Größenordnung eingesetzt werden. Unbeabsichtigte Folgen, die aus dem Einsatz entstehen, könnten daher ebenso gewaltig und wahrscheinlich gleichermaßen grenzübergreifend sein.

Unzuverlässig und hochriskant:

Geoengineering versucht in dynamische und immens komplexe Systeme einzugreifen, über die wenig bekannt ist – etwa in das Klima und die Meeresökologie. Interventionen könnten aus einer Vielzahl an Gründen fehlschlagen, u.a. technisches oder menschliches Versagen, unvollständiges Wissen, lückenhafte Klimadaten, unvorhersehbare Synergie- und Rückkopplungseffekte, natürliche Phänomene (z.B. Vulkanausbrüche, Erdbeben, Tsunamis), grenzüberschreitende Auswirkungen, Wechsel des politischen Regimes oder mangelnde Finanzierung. Bei manchen Technologien, insbesondere dem Solar Radiation Management, würde ein abrupter Stopp zu Temperatursprüngen und Feedbackeffekten führen, die noch schlimmer und vor allem rasanter wären als der Klimawandel, der ursprünglich technologisch unterdrückt werden sollte.

Irreversibilität: Zahlreiche Kippunkte im globalen Klimasystem werden irreversibel sein. Keine noch so große Menge an „negativen Emissionen“ wird wohl in der Lage sein, die Arktis wieder zu gefrieren oder den Monsun wiederherzustellen. Es muss zentralerweise darum gehen, solche Kippunkte zu vermeiden, indem unmittelbar und drastisch Emissionen gesenkt werden. Die Anwendung von Geoengineering-Technologien selbst könnte ebenfalls irreversibel sein und andere, globale sozial-ökologische Krisen wie den Verlust von Biodiversität und Bodendegradation verschärfen. Wenn wir außerdem erst einmal beginnen, den Planeten künstlich herunterzukühlen, während wir gleichzeitig weiterhin fossile Treibhausgase emittieren, wird es unmöglich sein, diese Entwicklung auf halbem Wege zu stoppen.

Untätigkeit bei Emissionsreduktionen: Geoengineering ist der "perfekte Vorwand" für Menschen (und Industrien), die den Klimawandel leugnen, und für Regierungen, die versuchen, die politischen Kosten von CO₂-Reduktionen zu vermeiden. Für diejenigen, die darauf setzen, effektiven Klimaschutz hinauszuzögern, scheint die aktive Entwicklung von Geoengineering-Instrumenten und -Experimenten der bevorzugte Weg zu sein, den Klimawandel „anzupacken“, sowie ein Argument, um Auflagen für CO₂-intensive Industriezweige zu lockern. Und sogar diejenigen, die den Klimawandel leugnen, könnten Geoengineering als willkommene technologische Lösung für ein Problem betrachten, das ihrer Ansicht nach nicht existiert. Bereits heute gehören neokonservative, industriennahe Think Tanks, die früher die Leugnung des Klimawandels als Taktik verfolgten (z.B. Bjorn Lomborgs Copenhagen Consensus Center oder das American Enterprise Institute), zu den stärksten Kräften, die auf Geoengineering-Forschung drängen.

Die Anwendung von Geoengineering-Technologien selbst könnte irreversibel sein und andere, globale sozial-ökologische Krisen wie den Verlust von Biodiversität und Bodendegradation verschärfen.

Ablenkung von Ressourcen, Finanzierung und Forschung von dringend benötigten, effektiven, vorbeugenden, ökologischen, gerechten Pfaden für Klimaschutz und -anpassung.

Unilateral und ungleich: Es ist absehbar, dass die Konzerne derselben mächtigen Länder, die historisch die Hauptemittenten von Treibhausgasemissionen waren, gleichzeitig auch am ehesten über die entsprechenden finanziellen und technologischen Ressourcen verfügen, Geoengineering zu entwickeln und auszuführen. Solange diejenigen, die den Klimawandel verursachen, für dessen Lösung verantwortlich sind, werden die Interessen der marginalisierten und unterdrückten Gemeinschaften weiterhin außen vor gelassen. Die negativen Auswirkungen vieler Vorschläge würden die Länder des Globalen Südens besonders hart treffen.

Gefahren für die Umwelt: Sämtliche vorgeschlagene Geoengineering-Techniken haben potenziell schwerwiegende Auswirkungen auf die Umwelt. Der Einsatz von BECCS beispielsweise würde verheerenden Land-, Wasser- und Nährstoffraub mit sich bringen; „massive Vertreibungen von Menschen von ihrem Land, mit globalen Auswirkungen auf Nahrungsmittelversorgung, Landrechte und ökologische Gerechtigkeit“ wären die Folge.⁵ Meeresdüngung kann die marine Nahrungskette erheblich stören, schädliche Algenblüten verursachen und in manchen Meeresschichten Sauerstoffmangel hervorrufen.⁶ Bei den SRM-Techniken ist es unmöglich, überhaupt mit einiger Sicherheit festzustellen, wie die Veränderung der Menge der auf den Planeten einstrahlenden Wärme Ökosysteme beeinflussen würde, da sie ein völlig neues ökologisches Gleichgewicht (bzw. eine völlig neue ökologische Störung) schaffen würden, die Biodiversität vermindern und Ökosysteme durcheinanderbringen könnten. Die Energie des einstrahlenden Sonnenlichts ist eine lebensnotwendige Ressource für das Leben auf dem Planeten und erhält beispielsweise die Meeresalgen am Leben, die wiederum den größten Teil des lebensnotwendigen Sauerstoffs auf der Welt produzieren.

Der gesunde ökologische Menschenverstand sagt uns, dass eine Veränderung auch nur einer dieser Schlüsselvariablen Dominoeffekte haben könnte, die in den globalen Ökosystemen unvorhersehbare Wellen schlagen könnten. Je nach Technologie und Geografie gibt es weitere potenziell sehr schwerwiegende Auswirkungen von SRM, die katastrophale Folgen haben können, u.a. gesteigerter Abbau der Ozonschicht, veränderte Witterungsverhältnisse in den Tropen und Subtropen sowie schwere Dürren in Afrika und Asien. Dadurch würden die Nahrungs- und Wasserquellen von Milliarden Menschen stark beeinträchtigt.

Intergenerationelle Ungerechtigkeit: Die Vorstellung, dass „wir“ mit Geoengineering immerhin „Zeit gewinnen“ können, um in den kommenden Jahrzehnten einen Umbau hin zu einer CO₂-armen, nachhaltigen Wirtschaft zu schaffen, ist zutiefst unrealistisch und gegenüber künftigen Generationen ungerecht. Weder die Wirksamkeit noch die Realisierbarkeit von „negativen Emissionen“, die auf gegenwärtig hypothetischen CDR-Technologien beruhen, ist nachgewiesen. Dennoch bewirkt heute allein die Idee von „negativen Emissionen“ schon die Verzögerung der dringend erforderlichen Emissionssenkungen, die jetzt stattfinden müssen. Diese Phantomtechnologien wälzen die Last auf zukünftige Generationen ab. Anderson & Peters (2016) nennen dies ein „ungerechtes Wagnis mit hohem Einsatz.“⁷ Im Fall von SRM besteht folgende Problematik:

Wenn der Einsatz dieser Technologie, die die tatsächliche Erwärmung der Atmosphäre künstlich unterdrücken würde, beendet würde, würde die globale Temperatur plötzlich und sprunghaft ansteigen. Die Anpassung daran wäre für Ökosysteme weitaus schwieriger als eine allmähliche Erwärmung. Ebenso wäre es für die Gesellschaft viel problematischer, auf eine plötzliche und rasante Erwärmung zu reagieren. Vor dem Hintergrund intergenerationaler Verpflichtungen erscheint es zutiefst problematisch, unsere Kinder und Enkelkinder dazu zu verdammen, entweder Geisel des Geoengineerings, das wir begannen und nicht beenden können, oder Opfer einer klimatisch noch schwierigeren Zukunft zu sein, weil wir uns auf Fantasiotechnologien verlassen haben, die sich später als nicht realisierbar herausstellten.

Allein die Idee von "negativen Emissionen" bewirkt heute schon die Verzögerung der dringend erforderlichen Emissionssenkungen, die jetzt stattfinden müssen. Diese Phantomtechnologien wälzen die Last auf zukünftige Generationen ab.

5 Silke Beck und Martin Mahony, „The IPCC and the politics of anticipation“, *Nature Climate Change*, Bd. 7 Nr. 5, April 2017.

6 Greenpeace, „A scientific critique of oceanic iron fertilization as a climate change mitigation strategy“, http://www.greenpeace.to/publications/iron_fertilisation_critique.pdf, September 2007.

7 Kevin Anderson and Glen Peters, „The trouble with negative emissions.“ *Science*, Bd. 354, Nr. 6309, Oktober 2016.

Nutzung als Waffe: Der militärische Ursprung und die Möglichkeiten des Geoengineering als Mittel der Kriegsführung werden häufig vergessen oder absichtlich nicht erwähnt. Dabei stammt der Gedanke, Wetter und Klima zu kontrollieren, aus militärischen Strategien, und führte zur Unterzeichnung des UNO-Umweltkriegeübereinkommens (ENMOD, UN Environmental Modification Convention).⁸ Führende Militärs in den USA und anderen Ländern haben jahrzehntelang über die Möglichkeiten der Wettermanipulation als Waffe nachgedacht. Die Tatsache, dass das öffentlich verkündete Ziel einer Technologie „die Bekämpfung des Klimawandels“ ist, stellt nicht sicher, dass seine Anwendung auf friedliche Nutzungen beschränkt bleiben wird und bietet einen nützlichen Schutzmantel für Experimente mit doppeltem Verwendungszweck. Wenn irgendjemand behaupten kann, die Kontrolle über den globalen Temperaturregler zu haben, dann kann und wird dies für militärische und geopolitische Zwecke eingesetzt werden, wie der Historiker James Fleming beschrieben hat.⁹ Selbst die Drohgebärde eines unilateralen Einsatzes und als geopolitisches Druckmittel kann Geoengineering eine Gefährdung der internationalen Sicherheit darstellen.

Verschärfung globaler Machtungleichgewichte: Die Aussicht, die globalen Temperaturen kontrollieren zu können oder zu wollen, wirft ernsthafte Fragen nach Macht und Gerechtigkeit auf: Wer darf das Thermostat der Erde kontrollieren und das Klima im Sinne der eigenen Interessen justieren? Wer wird die Entscheidung über den Einsatz treffen, wenn derart drastische Maßnahmen einmal als technisch machbar gelten, und wessen Interessen bleiben außen vor? Wer entscheidet, welcher Zweck welche Mittel rechtfertigen? Den Regierungen der Welt war es bislang unmöglich, demokratisch zusammenzuarbeiten und sich auf ein globales, rechtsverbindliches Abkommen zum Klimawandel mit fairer Lastenteilung und Unterstützung für alle zu einigen.

Es ist schwierig, sich vorzustellen, dass Regierungen nun plötzlich dazu in der Lage sein sollten, einen Einsatz von Geoengineering kooperativ und langfristig zu steuern – auch, da Länder klare geopolitische Interessen haben, regionale bis globale Klimarealitäten zu bestimmen. Wenn das internationale Staatensystem tatsächlich fähig wäre, eine solche internationale Zusammenarbeit mit wechselseitigem Vertrauen in der Klimapolitik zu erreichen, dann müssten wir heute nicht über Geoengineering sprechen. Dann gäbe es bereits ein effektives, stringentes und global wirksames Klimaabkommen.

Die Aussicht, die globalen Temperaturen kontrollieren zu können oder zu wollen, wirft ernsthafte Fragen nach Macht und Gerechtigkeit auf: Wer darf das Thermostat der Erde kontrollieren und das Klima im Sinne der eigenen Interessen justieren?

Kommerzialisierung des Klimas: In den Patentämtern ist der Wettbewerb schon ausgebrochen unter denjenigen, die überzeugt sind, sie könnten die Klimakrise für den Planeten lösen – und gleichzeitig daran Geld verdienen. Die Aussicht, dass ein privates Monopol die „Rechte“ halten könnte, das Klima zu verändern, ist eine Schreckensvision.

Einige Geo-Ingenieur/-innen haben eigene kommerzielle Interessen an der gewinnbringenden Förderung von Geoengineering-Techniken. Neben Patenten haben sich manche bereits aktiv darum bemüht, Geoengineering-Technologien in den Emissionshandel einzubinden.

Verletzung von Verträgen: Der Einsatz von Geoengineering wäre eine Verletzung verschiedener Abkommen und Entscheidungen der UNO, u.a. des ENMOD-Übereinkommens, des Übereinkommens über die biologische Vielfalt und der Londoner Konvention/des Londoner Protokolls.

⁸ ENMOD ist ein 1977 unterzeichnetes internationales Übereinkommen, das den militärischen oder anderweitig kriegerischen Einsatz von umweltverändernden Techniken verbietet, die breite, lang fortdauernde oder schwere Auswirkungen haben könnten. Es wurde erarbeitet, nachdem die USA im Vietnamkrieg Wettermodifikation zu Kriegszwecken einsetzten.

⁹ James Fleming, *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*, Columbia Studies in International and Global History, Columbia University Press, 2012.

Zur Governance von Geoengineering

Die UNO-Biodiversitätskonvention (**Convention on Biological Diversity, CBD**) diskutiert Geoengineering seit 2007. Nachdem die CBD einen umfassenden, durch Fachleute geprüften technischen Bericht zur Meeresdüngung erstellt hatte, und unter Berücksichtigung eines Aufrufs zur „größten Vorsicht“ seitens der Londoner Konvention,¹⁰ traf sie 2009 eine Konsensentscheidung. In dieser forderte sie ein Moratorium für Meeresdüngung und mahnte Regierungen sicherzustellen, dass keine Düngungsaktivitäten stattfinden würden, bis eine Reihe stringenter Anforderungen erfüllt seien; u.a. die Errichtung eines „globalen, transparenten und wirksamen Kontroll- und Regulierungsmechanismus“.¹¹

Im Jahre 2010 hat die CBD eine weitere Grundsatzentscheidung über ein De-facto-Moratorium für Geoengineering getroffen: 193 Regierungen rufen im Konsens (die USA sind nicht Mitglied der CBD) dazu auf, sicherzustellen, dass „in Übereinstimmung und konsistent mit ihrer vorherigen Entscheidung“ zur Meeresdüngung „keine klimabezogenen Geoengineering-Aktivitäten, die die Artenvielfalt tangieren könnten, stattfinden, bis eine ausreichende wissenschaftliche Grundlage existiert, auf der solche Aktivitäten gerechtfertigt werden können, sowie eine angemessene Berücksichtigung der damit zusammenhängenden Risiken für die Umwelt und die Biodiversität und der damit zusammenhängenden sozialen, wirtschaftlichen und kulturellen Auswirkungen vorliegt.“¹²

*Die
absehbaren negativen
Auswirkungen von
Geoengineering, die zwischen
Ländern und Regionen stark ungleich
verteilt wären, und sein Potenzial, das
globale Klimasystem weiter aus dem
Gleichgewicht zu bringen, machen einen
multilateralen, demokratischen,
transparenten und
rechenschaftspflichtigen globalen
Governance-Mechanismus
unabdingbar.*

In der von der CBD angenommenen Definition von Geoengineering gilt CCS bei der Nutzung fossiler Energieträger nicht als Geoengineering, wohl aber bei der Nutzung von Bioenergie. Die CBD hat seitdem zwei durch Fachleute geprüfte technische Berichte zu Geoengineering erstellt und in den Jahren 2012 und 2016 das Moratorium erneut bestätigt.¹³

Beide Moratorien erlauben Experimente „in kleinem Maßstab“, aber nur „wenn [sic] gerechtfertigt [sind], um wissenschaftliche Daten zu sammeln“ und wenn vor Beginn der Experimente ein Katalog an Anforderungen erfüllt ist, darunter eine umfassende

Umweltverträglichkeitsprüfung, ein „kontrolliertes Setting“ und die Gewährleistung, dass keine grenzüberschreitenden Auswirkungen auftreten werden. Im Fall der Meeresdüngung ist auch festgelegt, dass sie „nicht für die Erzeugung und den Verkauf von CO₂-Ausgleichen (carbon offsets) oder jegliche andere kommerzielle Zwecke“ genutzt werden darf.

Regierungen bei der CBD halten diese Entscheidungen für höchst relevant, und zwar so sehr, dass Diskussionen zu drei Geoengineering-Experimenten die CBD-Entscheidungen herangezogen haben. (Das Meeresdüngungsexperiment LOHAFEX von Indien und Deutschland,¹⁴ das private, international nicht genehmigte Meeresdüngungsexperiment HRSC nahe Haida Gwaii, Kanada,¹⁵ und SPICE, ein Experiment im Vereinigten Königreich, bei dem SRM-Gerätschaften getestet werden sollten.¹⁶)

10 International Maritime Organization, „Ocean Fertilization under the LC/LP,“ (History of the negotiations on geoengineering under LC and its London Protocol). Verfügbar unter: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/EmergingIssues/geoengineering/OceanFertilizationDocumentRepository/OceanFertilization/Pages/default.aspx>

11 CBD, COP 9 Decision IX/16 section C, paragraph 4, 2008. Verfügbar unter <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=11659>

12 CBD, COP 10 Decision X/33 paragraph 8(w), 2010. Verfügbar unter <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12299>

13 Die jahrzehntelange Geschichte der CBD-Verhandlungen und die Berichte sind verfügbar unter: <https://www.cbd.int/climate/geoengineering/>

14 Quirin Schiermeier, „Ocean fertilization experiment suspended“, *Nature News*, 14. Januar 2009. Verfügbar unter: <http://www.nature.com/news/2009/090114/full/news.2009.26.html>

15 ETC Group, „Case Study: Ocean Fertilization near Haida Gwaii“, 28. März 2013. Verfügbar unter: <http://www.etcgroup.org/content/case-study-ocean-fertilization-near-haida-gwaii>

16 ETC Group, „Say no to the Trojan Horse“, News Release, 27. September 2011. Verfügbar unter <http://www.etcgroup.org/content/say-no-trojan-hose>

Die **Londoner Konvention** und das **Londoner Protokoll** (Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen) haben seit 2007 die Diskussionen und Entscheidungen zur Meeresdüngung vorangetrieben und mehrmals zur „äußersten Vorsicht“ aufgerufen. Im Jahre 2013 traf das Londoner Protokoll eine Entscheidung, dass keine Meeresdüngungsaktivitäten zu genehmigen sind, mit Ausnahme derjenigen, die „legitime wissenschaftliche Forschung“ darstellen – ein Begriff, der ebenfalls streng definiert wurde.¹⁷

Nichtsdestotrotz insistiert heute eine sehr kleine Gruppe Regierungen aus hoch emittierenden Ländern des Nordens sowie Befürworter/-innen von Geoengineering, dass es sich bei den Moratorien lediglich um „einen Aufruf“ handle und versucht, ihre Relevanz herunterzuspielen. Stattdessen werben diese Stimmen für nicht verbindliche „ethische Richtlinien“, „Verhaltenskodizes“ und ähnliche freiwillige Maßnahmen. Diese werden oft von Seiten der Befürworter/-innen und daran arbeitenden Wissenschaftler/-innen nicht zuletzt deshalb entwickelt, um ihrer Forschung (den Anschein von) Legitimität zu verschaffen und schwache Regulierungsmodi für den potenziellen Einsatz von Geoengineering aufzubauen. Die im Konsens getroffenen Entscheidungen von 193 Regierungen in einem internationalen Übereinkommen wie der CBD mit freiwilligen Richtlinien zu vergleichen, die auch von Pro-Geoengineering-Institutionen unterstützt werden, verhöhnt den Anspruch der internationalen demokratischen Regulierung, und hilft den Befürworter/-innen gleichzeitig, den Weg für mehr Experimente zu ebnen, sowie weitere Forschungsgelder zu akquirieren.

Die **Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)** diskutiert Geoengineering als solches (bislang) nicht als offiziellen Tagesordnungspunkt. Sie debattiert seit 2005 das Thema CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS), wobei zahlreiche Regierungen dagegen sind. Im Jahre 2011 wurde beschlossen, CCS in den Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism, CDM) einzubeziehen. 2014 wurde ein Treffen technischer Expert/-innen zu CCS abgehalten.

Der Abschluss des Pariser Abkommens und die klaffende Lücke zwischen den dort erklärten Zielen und den bislang vorgelegten, national festgelegten Beiträgen (NDCs) haben eine Situation geschaffen, die Geoengineering-Befürworter/-innen nun nutzen, um das Thema in die Klimarahmenkonvention einzubringen – beispielsweise im Rahmen des unterstützenden Dialogs (Facilitative Dialogue), in dem 2018 eine Bestandsaufnahme der national festgelegten Beiträge durchgeführt wird.

Der **Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)** hat in seinem 2., 3. und 4. Sachstandsbericht (AR2, 3, 4) Geoengineering kaum erwähnt und im Prinzip darauf verwiesen, dass Geoengineering-Optionen weitgehend spekulativ und unbewiesen seien und das Risiko unbekannter Nebenwirkungen bergen. 2011 hielt der IPCC ein Geoengineering-Sachverständigentreffen ab – ein Vorstoß, der von 160 internationalen und nationalen zivilgesellschaftlichen Organisationen breit kritisiert wurde.¹⁸

Der 5. Sachstandsbericht enthält einen kurzen Abschnitt, der einige CDR-Techniken analysiert, und in seinem Synthesebericht schlussfolgert:

SRM-Technologien werfen Fragen zu Kosten, Risiken, politischer Steuerung und ethischen Auswirkungen hinsichtlich der Entwicklung und des Einsatzes auf. Es ergeben sich besondere Herausforderungen für internationale Institutionen und Mechanismen, die die Forschung koordinieren und möglicherweise Erprobung und Einsatz beschränken könnten. Selbst wenn SRM den durch den Menschen verursachten globalen Temperaturanstieg verringern könnte, würde dies eine räumliche und zeitliche Neuverteilung von Risiken bedeuten. SRM wirft daher wichtige Fragen zur Gerechtigkeit innerhalb und zwischen den Generationen auf. Die Forschung zu SRM sowie deren möglicher Einsatz sind Gegenstand ethischer Einwände. Obwohl die potenziellen Kosten einiger SRM-Technologien als gering eingeschätzt werden, bestehen diese nicht notwendigerweise eine Kosten-Nutzen-Prüfung, die die volle Bandbreite an Risiken und Nebeneffekten berücksichtigt. Die Bedeutung von SRM für die politische Steuerung stellt eine besondere Herausforderung dar, insbesondere, da ein einseitiges Vorgehen zu signifikanten Folgen und Kosten für andere führen kann.¹⁹

17 London Convention/ London Protocol, Resolution LP.4 (8) in LC 35/15.

18 Open Letter to IPCC, 2011. Verfügbar unter: <http://www.etcgroup.org/content/open-letter-ipcc-geoengineering> ETC Group, „The IPCC's AR5 and geoengineering“, Briefing, 28. März 2014. Verfügbar unter: <http://www.etcgroup.org/content/ipcc-ar5-geoengineering-march2014>

19 Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen, *Klimaänderung 2014: Synthesbericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC). [Hauptautoren, R.K. Pachauri und L.A. Meyer (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2016, S. 95.*

Das überraschende Element im AR5 war jedoch, dass die Arbeitsgruppe III des IPCC den umfangreichen Einsatz eines konkreten Geoengineering-Ansatzes, namentlich BECCS, in der Mehrheit der Klimamodelle und zukünftigen Szenarien betrachtete. Dabei blieb die völlig ungeklärte Realisierbarkeit dieser „negativen Emissionen“ und die schwerwiegenden sozialen und ökologischen Auswirkungen, die ein derart massiver Einsatz von BECCS hätte, gänzlich unberücksichtigt. Diese unfundierte Berücksichtigung von BECCS hat zu einer Vielzahl von kritischen Artikeln und Kommentaren sowohl von wissenschaftlichen Medien als auch von zivilgesellschaftlichen Organisationen geführt, die das Potential von BECCS aufgrund sozialer, ökologischer und technischer Grenzen stark in Frage stellen.²⁰

Angesichts dieser Kontroverse sowie der kritischen Position des AR5 gegenüber SRM ist es erneut überraschend festzustellen, dass Geoengineering in den Hintergrunddokumenten für mehrere Sonderberichte und in anderen Dokumenten für den AR6 als zu analysierende Option vorgeschlagen wurde. Bei der 46. Sitzung im September 2017 machte der IPCC Geoengineering zu einem von acht Querschnittsthemen für alle drei Arbeitsgruppen (I-III). Geoengineering wird im nächsten Sachstandsbericht also nicht nur in speziell dafür vorgesehenen Kapiteln behandelt, sondern in allen drei Arbeitsgruppen auftauchen und diskutiert werden. Dies erschwert eine systematische Darstellung der politischen, sozialen und ökologischen Risiken und Auswirkungen von Geoengineering für Leser/-innen und politische Entscheidungsträger/-innen. Die internationale Zivilgesellschaft hat bereits kritisiert, dass solchen hochriskanten und spekulativen Technologien im Rahmen des AR6, aber auch im IPCC-Sonderbericht zu 1,5 Grad (der im Herbst 2018 veröffentlicht werden soll), unangemessen große Prominenz eingeräumt wird.

Entscheidungen sowohl der CBD als auch der Londoner Konvention bzw. des Londoner Protokolls sowie Vorschriften in anderen multilateralen Foren bilden wichtige Teile eines sich herausbildenden Governance-Rahmens für Geoengineering. Die abschabaren negativen Auswirkungen von Geoengineering, die zwischen Ländern und Regionen stark ungleich verteilt wären, und sein Potenzial, das globale Klimasystem weiter aus dem Gleichgewicht zu bringen, machen einen multilateralen, demokratischen, transparenten und rechenschaftspflichtigen globalen Governance-Mechanismus unabdingbar.

Er muss in der Lage sein, Geoengineering-Experimente und einen potentiellen Einsatz wirksam zu regulieren – einschließlich der Möglichkeit, ein dauerhaftes internationales Verbot von Geoengineering zu etablieren. Die Geschwindigkeit, mit der der Pro-Geoengineering-Diskurs und die dazugehörige Wissenschaft derzeit Instrumente für große Experimente entwickeln, bedeutet, dass wir schnell handeln müssen.

Eine lebhafte und kritische zivilgesellschaftliche Diskussion über Geoengineering ist entscheidend, um politische Entscheidungsträger/-innen und eine breite Öffentlichkeit über die Risiken, Auswirkungen und Alternativen zu Geoengineering zu informieren.

Aber sollten wir nicht zumindest Experimente durchführen, um mehr Wissen zu generieren ...?

Geoengineering-Experimente im kleinen Maßstab werden oft als harmloser und notwendiger Schritt hin zu einer sachlicheren Debatte über die Risiken und Vorteile von Geoengineering präsentiert. Es wird argumentiert, dass diese Experimente in der Regel wenig direkte

Umweltauswirkungen hätten und dass es in erster Linie

darum gehe, die atmosphärische Chemie und Physik und somit die theoretische

Funktionsweise von Geoengineering-Technologien besser zu verstehen. Diese Perspektive lässt jedoch zentrale Fragen und Risiken außen vor.

Erstens muss Geoengineering als politische, nicht als technische, Frage verstanden und verhandelt werden.

Notwendig ist eine viel breitere Diskussion über Risiken und Folgen, um als Gesellschaft zu entscheiden, ob wir den Weg von

hochriskanten, undemokratischen Technologien überhaupt einschlagen wollen. Geoengineering ist eine politische und gesellschaftliche Entscheidung, keine technische oder wissenschaftliche Notwendigkeit.

Zweitens sind Befürworter/-innen des Geoengineerings weniger aus wertneutraler wissenschaftlicher Sicht, sondern aus politischen Gründen darauf erpicht, den Schritt zu Experimenten im Freien zu tun: Wenn durch Feldexperimente erste Machbarkeitsbeweise geliefert werden, ist schnell eine bedeutende Linie hin zur Realisierung überschritten, und die Technologie kann glaubwürdiger als politische Option präsentiert werden.

Geoengineering ist eine politische und gesellschaftliche Entscheidung, keine technische oder wissenschaftliche Notwendigkeit.

²⁰ Biofuelwatch & Heinrich Böll Stiftung, *BECCS: Last-ditch climate option or wishful thinking?* (Bericht vom April 2016) Verfügbar unter: <https://www.boell.de/en/2016/04/29/last-ditch-climate-option-or-wishful-thinking>

Aus diesem Grund waren auch in anderen Technologiedebatten erste Tests und Experimente in der freien Natur kontroverse Momente, an denen sich die Debatte kristallisiert und zugespitzt hat (z.B. bei Nukleartechnologie, gentechnisch veränderten Kulturpflanzen, Weltraumwaffen oder „wissenschaftlichem Walfang“).

Drittens, „Geoengineering-Experimente“ sind ein Widerspruch in sich: Keine der Geoengineering-Vorschläge sind derzeit so weit entwickelt, dass sie in einem Maßstab eingesetzt werden könnten, der überhaupt einen Einfluss auf das globale Klima hätte. Kleinmaßstäbliche Experimente zur Entwicklung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und der Hardware wiederum hätten keine Aussagekraft über die Auswirkungen auf das globale Klimasystem. Um solche Auswirkungen messen zu können, müssten sie geographisch und zeitlich in einem Maßstab eingesetzt werden (um die Unterscheidung zwischen den Auswirkungen normaler Klimavariationen und Klima„rauschen“ zu erlauben), der nicht mehr als Experiment bezeichnet werden könnte: Es wäre ein tatsächlicher Einsatz, mit allen damit verbundenen Risiken und den wahrscheinlich irreversiblen Auswirkungen.

Aus den genannten Gründen ist es unerlässlich, das Vorsorgeprinzip zu stärken: Experimente in der realen Welt (im Freien, im Meer, an Land) sollten ohne starken, internationalen Governance-Mechanismus nicht genehmigt werden.

Politik und Vorsorge haben Vorrang

Wegen der geopolitischen, sicherheitspolitischen und intergenerationellen Implikationen von Geoengineering-Technologien sollte die globale Gemeinschaft vor allem auch diese Aspekte ganz zentral debattieren, bevor Instrumente entwickelt werden, die es einer den Klimawandel leugnenden Regierung oder einer „Koalition der Willigen“ ermöglichen würden, Geoengineering unilateral einzusetzen – selbst wenn der Rest der internationalen

Gemeinschaft einen solchen Einsatz als zu risikoreich und unfair ablehnen würde.

Geoengineering kann nie auf eine technische Diskussion, auf das Entwickeln von Instrumenten „nur für alle Fälle“ oder ausschließlich auf eine Klimaperspektive begrenzt werden.

In Übereinstimmung mit der CBD-Entscheidung sollte sich Forschung zu Geoengineering auf soziopolitische, ökologische und ethische Fragen sowie auf die potentiellen Auswirkungen konzentrieren und zu der

Debatte beitragen, ob demokratische Governance von Geoengineering überhaupt möglich ist, und wenn ja, wie. Und noch wichtiger: Finanzierung und Forschung zu Klimawandelvermeidung und -anpassung müssen dringend hochskaliert werden, um die Umsetzung erprobter und lokal angepasster, ökologisch und sozial solider Lösungen der Klimakrise zu unterstützen – anstatt spekulativer und ablenkender technologischer Pseudolösungen.

Finanzierung und Forschung zu Klimawandelvermeidung und -anpassung müssen dringend hochskaliert werden, um die Umsetzung erprobter und lokal angepasster, ökologisch und sozial solider Lösungen der Klimakrise zu unterstützen – anstatt spekulativer und ablenkender technologischer Pseudolösungen.

Weitere Informationen:

www.boell.de

www.etcgroup.org

www.geoengineeringmonitor.org

 HEINRICH BÖLL STIFTUNG

www.boell.de

 **etc** GROUP
monitoring power
tracking technology
strengthening civility
www.etcgroup.org