

Simonis, Udo E.

**Article — Accepted Manuscript (Postprint)**

## Geoengineering - Ökologisches Debakel oder neue Komponente der internationalen Klimapolitik?

Universitas: Orientieren! Wissen! Handeln!

**Provided in Cooperation with:**

WZB Berlin Social Science Center

*Suggested Citation:* Simonis, Udo E. (2018) : Geoengineering - Ökologisches Debakel oder neue Komponente der internationalen Klimapolitik?, Universitas: Orientieren! Wissen! Handeln!, ISSN 0041-9079, Heidelberger Lese-Zeiten-Verl., Heidelberg, Vol. 73, Iss. 5=863, pp. 55-62, <http://www.heidelberger-lese-zeiten-verlag.de/archiv/2018.htm>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/209710>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

## **Geoengineering - Ökologisches Debakel oder neue Komponente der internationalen Klimapolitik?**

*Udo E. Simonis*

Vom Philosophen Peter Sloterdijk stammt der Satz, die meisten Menschen seien „Zukunftsatheisten“, sie glaubten gar nicht an das, was sie wissen. Wenn man diese These auf die Klimapolitik überträgt, könnte er recht haben. Trotz allen Wissens über Ursachen und Folgen des Klimawandels ist es bisher nicht gelungen, wirkungsvoll gegenzusteuern. Das Klimaabkommen von Paris 2015 hat zwar eine 2-Grad-Grenze explizit als Ziel der internationalen Klimapolitik festgelegt (und eine 1,5 Grad-Grenze nicht für unmöglich gehalten), aber die Pflicht zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen, wie sie noch im Kyoto-Protokoll vorgesehen war, wurde in Freiwillige Nationale Beiträge zum Klimaschutz abgewandelt. Und Beschlüsse darüber, mit welchen konkreten Maßnahmen und welchen Institutionen man das Ziel erreichen will, hat man auf zukünftige Verhandlungsrunden vertagt.

So ist etwa über CO<sub>2</sub>-Bepreisung eifrig diskutiert worden, doch ihre praktische Umsetzung als Steuer oder Mindestpreis beim Emissionshandel ist nicht in Gang gekommen. Wenn man sich über die Ziele einer aktiven Klimapolitik zwar einig ist, die Umsetzung aber defizitär bleibt, entsteht die fatale Tendenz, problembehaftete Ersatzhandlungen in den Fokus zu rücken. Beispielsweise die, dass Politiker Ingenieuren das Heft des Handelns in die Hand geben.

Das Thema „Climate Geoengineering“ hat jedenfalls erheblichen Auftrieb erhalten: die Versuche, mit technischen Eingriffen die Erderwärmung aufzuhalten - von riesigen Sonnensegeln im All bis zur Düngung der Ozeane.

---

**Udo E. Simonis** ist Professor emeritus für Umweltpolitik am Wissenschaftszentrum Berlin (WZB) und Redakteur des „Jahrbuch Ökologie“.

In den USA ist das seit längerem ein Top-Thema, in England hat eine Royal Commission einen umfangreichen Bericht vorgelegt, Entwicklungsländer haben Workshops über Governance-Mechanismen durchgeführt, Deutsche Forschungsinstitute waren an Versuchen der Ozeandüngung beteiligt und einige Universitäten bieten inzwischen Sommerkurse zum Thema Geoengineering an.

Die Royal Commission hat mit ihrem Bericht Maßstäbe gesetzt. Sie definierte Climate Geoengineering als vorsätzliche, großräumige Eingriffe mit technischen Mitteln in verschiedene geochemische und biogeochemische Kreisläufe der Erde. Klima- und Wettermanipulation ist *per se* aber keine ganz neue Idee. Bereits 1860 wurden Versuche zur Stimulierung des Regens durch kontrollierte Waldbrände unternommen. In

jüngerer Zeit ist versucht worden, die Bahn der Hurrikane durch Injektionen von Silberjodid zu verändern und in mehreren Regionen der Welt wurden Wolkenimpfungen zum künstlichen Regenmachen vorgenommen. Erste konkrete Vorschläge zu einem umfassenden „Geoengineering des Klimas“ gehen auf das Jahr 1965 zurück, erste Studien wurden in den 1970er-Jahren unternommen (siehe Literaturangaben). Der Fokus der Klimaforschung und der Klimapolitik lag während der 1980er- und 1990er- Jahre jedoch eindeutig bei der Emissionsvermeidung [*mitigation*], während die Anpassung an den Klimawandel [*adaptation*] eher als potenziell gefährliche Ablenkung angesehen wurde - viel mehr aber noch das Geoengineering.

Diese Grundeinstellung hat sich inzwischen stark verändert. Der Weltklimarat (IPCC) sah *mitigation* und *adaptation* von Anfang an als sich ergänzende Aktionsfelder. Aufgeschreckt durch einen Artikel des Nobelpreisträgers Paul J. Crutzen äußerten zunehmend mehr Wissenschaftler ihre Sorge über das Versagen der internationalen Klimapolitik. Dadurch wurde die Idee zu einem „Plan B“ beflügelt - das Climate Geoengineering.



Nobelpreisträger Paul J. Crutzen  
(Teemu Rajala/wikimediacommons)

Die Ausgangstage der Diskussion lässt sich wie folgt beschreiben:

- Die Welt steuert auf ein weit höheres Emissionsniveau zu, als projiziert.
- Fossile Brennstoffe werden weiterhin und viel länger als befürchtet genutzt - und sogar staatlich subventioniert.
- Die notwendige Reduzierung der Treibhausgasemissionen wird unterschätzt.
- Sollten die CO<sub>2</sub>-Emissionen tatsächlich sinken, dann würde der damit verbundene reduzierte Ausstoß von Schwefelpartikeln (Aerosole) den Erwärmungseffekt des CO<sub>2</sub> verstärken.
- Die Gefahr, dass die Erderwärmung verschiedene Kippelemente im globalen Klimasystem [*tipping points*] auslöst - mit katastrophalen für Mensch und Natur - könnte sich vergrößern

Auf Basis dieser Art der Argumentation und der damit beschriebenen bedrohlichen Situation wurde Geoengineering auch bei vielen Klimawissenschaftlern hoffähig als notwendige und sinnvolle Ergänzung der bisherigen Klimapolitik. Was aber ist Geoengineering eigentlich? Welche großräumigen Eingriffe sind überhaupt vorstellbar? In England ist das Thema von der Royal Society erstmals sorgfältig untersucht worden; und das Britische Unterhaus hat Untersuchungen zur Forschungsfinanzierung und zur Entwicklung von Regulierungsprinzipien durchführen lassen. Dennoch wäre es unangemessen, über Vorteile und Nachteile des Geoengineering reden zu wollen, als ob deren Techniken bereits voll entwickelt seien. Nur einzelne Komponenten sind bisher erprobt worden - mit teilweise enttäuschenden Ergebnissen für die beteiligten Klimaingenieure.

Weil Geoengineering potenziell eine große Bandbreite von Techniken umfasst, war es notwendig nach einer Taxonomie zu suchen, mit der sowohl der Diskussions- und Forschungsbedarf als auch die Regulierungs- und Kontrollerfordernisse des Themas eingeschätzt werden können. Man unterscheidet in Literatur und Diskurs inzwischen zwei Mechanismen des Climate Geoengineering: (a) die Beeinflussung der Sonneneinstrahlung [*Solar Radiation Management*- SRM) und (b) die Reduzierung der schon vorhandenen CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre [*Carbon Dioxide Removal* - CDR). Während SRM

primär darauf abzielt, einen Teil der Sonneneinstrahlung auf die Erde in den Weltraum abzulenken, setzt CDR darauf, Kohlenstoff aus der Atmosphäre wieder herauszuholen und an Land oder im Meer zu speichern.

SRM und CDR können mit zwei Maßnahmenbündeln angegangen werden. Das erste: Die Stärkung der Ökosysteme [*ecosystems enhancement*], das heißt die Stimulierung natürlicher Prozesse in Luft, Wasser und Land. Häufig diskutiertes Beispiel: die stratosphärische Schwefelinjektion, welche die Tätigkeit von Vulkanen imitiert, deren Ascheauswurf die Sonneneinstrahlung auf die Erde in der Vergangenheit mehrfach schnell und stark reduziert hat. Die Schwefelinjektion [*stratospheric aerosols*] gilt daher als zentrale SRM-Technik. In anderer Weise könnte eine Eisendüngung der Ozeane das Wachstum der Planktonalgen begünstigen, und damit die CO<sub>2</sub>-Bindung in den Meeren steigern. Folglich gilt Ozeandüngung [*ocean iron fertilization*] als zentrale CDR-Technik. Das zweite Maßnahmenbündel des Climate Geoengineering besteht in direkten technischen Eingriffen [*black-box engineering*]. So könnten z. B. im Weltraum installierte Spiegel großen Formats oder groß an der Zahl (*space reflectors*) eine Möglichkeit bieten, die Reflexion von Sonnenlicht zu erhöhen und so einem globalen Temperaturanstieg entgegenwirken (SRM-Technik). Eine potenziell bedeutsame CDR-Technik könnte im Bau von Anlagen bestehen, mit denen CO<sub>2</sub> aus der Luft eingefangen [*air capture* oder: *artificial trees*] und in ehemaligen Öl- und Gasfeldern oder in Salzstöcken gespeichert wird. Die Kombination der zwei zentralen Maßnahmenbündel [*ecosystems enhan-*

	CO <sub>2</sub> -Entfernung/ Carbon Dioxide Removal (CDR)	Beeinflussung der Sonneneinstrahlung/ Solar Radiation Management (SRM)
Ökosystemverstärkung/ Ecosystems Enhancement	Eisen-Ozeandüngung/ Ocean Iron Fertilization	Stratosphärische Schwefelinjektionen/ Stratospheric Aerosols
Technische Eingriffe/ Black-Box Engineering	Einfangen von CO <sub>2</sub> (Künstliche Bäume)/ Air Capture (Artificial Trees)	Weltraumspiegel/ Space Reflectors

Abbildung 1: Typologie des Climate Geoengineering

*cement* und *black-box engineering*] mit den zwei prinzipiellen Mechanismen [SRM und CDR] führte zu einer Typologie für die Diskussion der technischen Optionen des „Climate Geoengineering“ (siehe Abbildung 1). Die volle Bandbreite dieser Optionen kann hier aus Platzgründen nicht präsentiert werden [siehe dazu die Literaturquellen]. Hier soll aber - in Anlehnung an den Beitrag von Konrad Ott im „Jahrbuch Ökologie 2011“- auf die Pro- und Contra-Argumente näher eingegangen werden, die sich im Diskurs zum Climate Geoengineering finden lassen.

Es sei vorausgeschickt, dass die bloße Zahl von Pro- oder Contra-Argumenten nicht essentiell ist, entscheidend dürfte vielmehr ihr jeweiliges Gewicht sein. Das Gewicht eines bestimmten Grundes stellt sich allerdings meist erst während des Diskurses zum Thema ein. Da der Diskurs zum Geoengineering noch in den Anfängen steckt, kann daher über das jeweilige Gewicht einzelner Gründe nicht endgültig geurteilt werden.

Eines aber muss gesagt werden: Alle diese Maßnahmen sind hoch umstritten und werden zum Teil auch leidenschaftlich diskutiert. Auf Seiten der Befürworter des Geoengineering finden sich vor allem die folgenden Argumente, die hier in der englischen Sprachversion wiedergegeben werden; bei den Beispielbetrachtungen beschränke ich mich auf die Stratosphärische Schwefelinjektion.

- „Arming the Future“: Danach seien wir moralisch verpflichtet, sämtliche Optionen der Klimapolitik zu erforschen, um sich auf Notsituationen vorzubereiten und auch über unliebsame Ultima-Ratio-Optionen zu verfügen.
- „Lesser-Evil“: Der Einsatz der Schwefelinjektion und anderer Techniken sei im Vergleich zu einem durch Emissionsreduzierung allein nicht vermiedenen Klimawandel das kleinere Übel.
- „Efficiency“: Die Kosten des Geoengineering seien geringer als die Kosten von Emissionsvermeidung [*mitigation*] und Anpassung [*adaptation*].
- „Easiness“: Es sei politisch und kulturell weniger aufwändig, eine große Schwefelinjektion durchzuführen, als Millionen von Menschen und viele Industrien zu einer gewaltigen Reduzierung ihrer Emissionen zu zwingen.

Man vermeide so tiefgreifende und unliebsame Eingriffe in individuelle Lebensstile, soziale Gewohnheiten und ökonomische Besitzstände.

- „Innovation“: Geoengineering fördere den technischen Fortschritt, was zu neuen Geschäftsfeldern und zusätzlichen Jobs führe.
- „Do-it-alone“: Eine globale Emissionsreduzierung verlange die aktive und dauerhafte Kooperation aller Staaten. Dagegen könne die Schwefelinjektion oder eine andere Technik von einem einzigen Staat oder einer kleinen Gruppe von Staaten zum Vorteil der gesamten Menschheit ausgeführt werden. (Da der Einsatz von SRM bisher völkerrechtlich nicht reguliert ist, könnte er sogar als legal gelten).

Diese Argumente verdienen vor allem deshalb Beachtung, weil sie international diskutiert werden und weil sie die zukünftige internationale Klimapolitik massiv beeinflussen und/oder drastisch verändern könnten.

Die Gegner des Climate Geoengineering haben indes gravierende Einwände, wie vor allem:

- „Risk-Transfer“: Die Risiken des heutigen, von hohen Treibhausgasemissionen geprägten Wirtschaftsmodells würden unfairerweise auf die künftigen Generationen abgewälzt.
- „Informed-consent“: Solche weitreichenden Eingriffe mit globalen und langfristigen Wirkungen seien nur dann legitim, wenn eine breite und wohlinformierte Zustimmung der Weltgemeinschaft vorliege.
- „Moral-hazard“: Allein die postulierte Aussicht auf SRM werde die Industrien und viele gesellschaftliche Akteure dazu bewegen, weiterhin viel (zu viel) CO<sub>2</sub> auszustößen, ein Freifahrtschein für Klimasünder.
- „Undermining-Better-Options“: Die Techniken des Geoengineering verbauten die realen Chancen der Emissionsvermeidung und der Anpassung an den Klimawandel, vor allem natürliche Klimalösungen, wie die „Waldoption“, die Wiederaufforstung und die nachhaltige Waldwirtschaft.
- „Political-Economy“: Geoengineering stärke die klimapolitisch reaktionärsten Gesellschaftsgruppen und Industrien und werde von diesen auch besonders favorisiert.

- „Loss-of-Intangibles“: Die Einbringung von Schwefelpartikeln in die Stratosphäre werde z. B. die Farben des Himmels (das „Himmelblau“) verändern.
- „Hybris“, auch „Playing-God“ genannt: Geoengineering stehe in der Tradition großtechnischer Eingriffe, die Maßlosigkeit und Vermessenheit beschreiben (der „Mensch als Weltingenieur“), die sich in Zukunft auf vielfältige Weise rächen könnten.

Diese Aufstellung bzw. Gegenüberstellung der wichtigsten in der Literatur auffindbaren Argumente kann (sollte) zur Beantwortung der Frage herangezogen werden, ob und wenn ja, unter welchen Bedingungen und in welcher Form Geoengineering zulässig sein könnte - oder aber strikt abgelehnt werden müsste.

Mit der Zuspitzung der Klimawandels dürften in Zukunft auf beiden Seiten weitere Argumente geltend gemacht und spezifisch gewichtet werden. Die Entscheidungssituation des Geoengineering - tun wir es oder tun wir es nicht - mag zurzeit noch nicht als virulent angesehen werden, weil weder SRM noch CDR in Bezug auf Feldversuche oder einen ernsthaften Dauereinsatz ausreichend erforscht sind. Die Lage kann sich aber schnell ändern, insbesondere dann, wenn die hochgesteckten Erwartungen an das Klimaabkommen von Paris sich als trügerisch erweisen und der globale Klimawandel schneller als erwartet voranschreitet. Aber auch dann, wenn die bisher eher reservierte Haltung des Weltklimarates zu dieser Frage sich in Zukunft ändern sollte. Das Thema Geoengineering wird bei dem Klimagipfel in Polen 2018 und im nächsten IPCC-Bericht auf jeden Fall eine größere Rolle spielen. Und ein Letztes: Mit jedem Jahr steigender CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre wird die Option des Geoengineering drängender werden.

Die These des „Zukunftsatheismus“ (Sloterdijk) wird auch von den neuen Zahlen der Klimawissenschaft gestützt. Die jüngsten Computersimulationen zeigen, dass für die in Paris vereinbarte 2-Grad-Grenze der Erderwärmung die aktuellen globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen von derzeit 35 Milliarden Tonnen pro Jahr schon im nächsten Jahrzehnt halbiert und bis zur Jahrhundertmitte auf

Null [*Emissionsneutralität*] gebracht werden müssen - um danach zu negativen Emissionen zu werden. Wenn man das nachträgliche Herausholen von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts auf weniger als 5 Milliarden Tonnen pro Jahr begrenzte, würden sich die Herausforderungen der derzeit geplanten Klimapolitik nochmals drastisch erhöhen. Dann müssten nämlich die Emissionsminderungen zwischen 2030 und 2050 verdoppelt werden. Dann kämen aber auch kurzfristigere Einstiegspunkte in den Blick - wie vor allem das rasche globale Beenden der Kohleverstromung, wie auch die alsbaldige Einführung von Mindestpreisen für CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die Möglichkeit, dass sich die internationale Klimapolitik in ihrer Grundkonzeption sehr bald zu einem Dreieck - einer Kombination von *mitigation*, *adaptation* und *geoengineering* - verändern könnte, sollte daher nicht mit Selbstverleugnung belegt werden.

## Literatur

American Meteorological Society, *Geoengineering the Climate System*, Boston, MA 2009  
Crutzen, Paul J., Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections, in: *Climatic Change* 77, 2006

Heinrich-Böll-Stiftung, *The Big Bad Fix: The case against geoengineering*, 6. December 2017  
Jahrbuch Ökologie 2011, *Die Klima-Manipulateure. Rettet uns Politik oder Geoengineering?*, Stuttgart 2010

Royal Society, *Geoengineering the Climate: Science, Governance and Uncertainty*, London 2009  
Strefler, Jessica et al., *Between Scylla and Charybdis: Delayed mitigation narrows the passage between larg-scale CDR and high costs*, in: *Environmental Research Letters*, 2018