

Sollte SRM mit Sulfat verwendet werden, um dem Klimawandel entgegenzuwirken?

Ulrike Niemeier, Naturwissenschaftlerin am Max-Planck-Institut für Meteorologie

<https://www.mpg.de/16569676/geoengineering>

<https://www.max-wissen.de/max-hefte/geomax-18-climate-engineering/>

https://www.youtube.com/watch?v=uz_HSXXa3I (transkribiert)

(Text gekürzt und vereinfacht, Stand 31.12.2025)

Unsere Simulationen zeigen, dass man mit Schwefeldioxid-Injektionen im großen Maßstab das Temperaturniveau von 2020 halten könnte. Wenn wir bis zum Jahr 2100 trotz steigender CO2-Emissionen das Klima von 2020 allein mithilfe von Schwefeldioxid halten wollten, dann müsste die Menschheit jährlich fünf bis achtmal so viel Schwefeldioxid in die Stratosphäre bringen, wie 1991 beim Ausbruch des Vulkans Pinatubo frei wurden. Das wäre vermutlich schon möglich. Die Zahl der Flugzeuge, die man dafür braucht, wäre 1000 – 2000 mit 7000 Flügen pro Tag. Das ist verglichen mit dem, was wir real für Urlaubs- und Dienstreisen fliegen, nicht so viel. (Am Londoner Flughafen Heathrow gibt es in Spitzenzeiten rund 1200 Starts pro Tag.) Es müssten aber Spezialflugzeuge sein, die die nötige Höhe technisch erreichen können.

Um den Klimawandel zu stoppen, gibt es für mich aber eigentlich nur den einen Weg: Den CO2-Ausstoß so schnell wie möglich verringern. Inzwischen ist uns aber auch klar, dass die Nebenwirkungen von SRM-Methoden klein sind, verglichen mit den Bedingungen bei einem ungebremsten Klimawandel. Mit SRM sind die Temperaturen erträglicher und Wetterextreme seltener und weniger heftig. Sollte sich also das Klima irgendwann sehr schnell extrem verändern, dann könnten Maßnahmen des Klima-Managements irgendwann doch noch auf die politische Agenda kommen – als das kleinere Übel im Vergleich zu massiven Klimafolgen.

Daher ist es wichtig, das Geo-Engineering zu erforschen. Ob es jemals zum Einsatz von Geo-Engineering kommen wird, wissen wir nicht. Dennoch sollten wir darauf vorbereitet sein und uns vor allem der Risiken bewusst werden, damit wir sehr genau wissen, worauf wir uns einlassen.

Sollte SRM mit Sulfat verwendet werden, um dem Klimawandel entgegenzuwirken?

Gernot Wagner, Klimaökonom

<https://www.klimareporter.de/technik/solares-geoengineering-koennte-vielleicht-viel-gutes-tun>

<https://www.youtube.com/watch?v=cQnoexB0iJl> (transkribiert)

(Text gekürzt und vereinfacht, Stand 31.12.2025)

Ich fordere in meinem neuen Buch, dass die Methode des SRM mit Sulfat besser erforscht werden sollte. Einerseits, weil es schon so spät ist in Sachen Klimaschutz und so viele Klimaschäden bereits in unsere Emissionspfade eingebettet sind, dass solares Geoengineering vielleicht viel Gutes tun könnte, zum Beispiel Hitzewellen verhindern, in denen viele Millionen von Menschen sterben.

Andererseits, weil die Methoden so billig sind und so viel bewirken können, dass es wahrscheinlich nur eine Frage der Zeit ist, bis jemand es versucht – unabhängig davon, ob es eine gute Idee ist. Aerosole in der Stratosphäre auszubringen ist so billig, dass es Dutzende Länder gibt, deren Haushalt für die Luftwaffe alleine ausreichen würde. Nicht ob, sondern wann, ist die Frage. Bei der Reduzierung von CO2-Emissionen sprechen Ökonomen oft vom globalen free-rider effect, dem Trittbrettfahrer-Effekt. Kein Einzelner hat den Anreiz, genug zu tun, obwohl wir natürlich alle viel mehr tun könnten und müssten. Solares Geoengineering ist so billig und wirkt so schnell, dass es sich aus ökonomischer Sicht genau ums Gegenteil handelt: den free-driver effect. Wenn überhaupt, geht es darum, Länder davon abzuhalten, zu viel zu schnell zu tun. Im Endeffekt könnten wir SRM mit Sulfat „quasi jetzt“, also in 10-15 Jahren schon umsetzen.

Die Farbe des Himmels würde sich durch solares Geo-Engineering um einiges weniger ändern, als sich das Abendrot jetzt schon durch Luftverschmutzung verändert hat. Tatsächlich gibt es eine Studie, wonach während großer Vulkanausbrüche Renaissancekünstler ihre Himmel roter gemalt haben als zu anderen Zeiten. Aber wenn wir das Abendrot als wirkliches Problem des solaren Geoengineering ansehen, dann geht es uns, glaube ich, gut.

Sollte SRM mit Sulfat verwendet werden, um dem Klimawandel entgegenzuwirken?

Dirk Messner, Präsident des Umweltbundesamts (UBA)

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-klimapolitik/geoengineering>

<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/unberechenbare-risiken-solares-geoengineering-keine>

(Text gekürzt und vereinfacht Stand 31.12.2025)

SRM würde einen umfangreichen und schwer kalkulierbaren Eingriff in das Klimasystem der Erde bedeuten. Es könnte globale Niederschlagsmuster (z.B. in Monsunregionen) verändern, was die Wasser- und Nahrungssicherheit bedrohen würde. In einer Region würde die Erwärmung weitergehen, während es andernorts zur Überkühlung käme. Wie genau sich diese Veränderungen über die Erde verteilen könnten, wird aktuell erforscht. Allerdings ließen sich die Auswirkungen von SRM wohl nur in Gänze verstehen, wenn man es ausprobieren würde. Nur eines ist schon jetzt sicher: Das ursprüngliche Klima ließe sich nicht wiederherstellen. Es würde ein völlig neues und unvorhersehbares Klima entstehen.

Durch SRM würde nicht die Ursache des Klimawandels behoben, sondern lediglich die Erderwärmung als ein Symptom adressiert. Das erklärt auch die größte Gefahr, die von SRM ausgeht. Der sogenannte „Termination Shock“ (Abbruch-Schock). Würde ein Einsatz von SRM bei hoher CO₂-Konzentration beendet, käme es zu einem sprunghaften Anstieg der Erderwärmung, der eine Anpassung von Menschen, Tieren und Pflanzen schwer bis unmöglich machen könnte. Deswegen müsste SRM entweder auf Dauer oder für viele Jahrzehnte oder vielmehr Jahrhunderte aufrechterhalten werden, bis die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre abgenommen hat. Die Risiken heutigen Handelns, die dadurch entstehen, dass mit Hilfe von SRM ein von hohen Emissionen geprägtes Wirtschaftsmodell beibehalten werden soll, ist unfair gegenüber Angehörigen zukünftiger Generationen.

SRM ist kein Freibrief für Akteure, bei der Vermeidung von Treibhausgasemissionen nachzulassen. SRM würde Bemühungen zu mehr Klimaschutz und CO₂-Reduktion gefährden und könnte zu weitreichenden geopolitischen Spannungen führen. Wirksamer Klimaschutz, der auf die Reduktion der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen setzt, ist schon heute technisch und sozial verträglich möglich sowie gesellschaftlich gewollt. SRM ist kein Klimaschutz!

Sollte SRM mit Sulfat verwendet werden, um dem Klimawandel entgegenzuwirken?

Planungsamt der Bundeswehr, Dezernat Zukunftsanalyse

<https://www.bundeswehr.de/resource/blob/140534/0e09f412cb61da2bef8e5279772c31e3/geo-data.pdf>

(Text gekürzt und vereinfacht, Stand 31.12.2025)

Staaten, welche Geoengineering einsetzen wollen, könnten in Konflikt mit dessen Gegnern geraten. Dies könnten andere Staaten sein, welche von den negativen Nebenfolgen, nicht aber durch den Klimawandel, betroffen wären. Ein weiteres mögliches Konfliktpotenzial zwischen Akteuren ergibt sich aus den Fragen, wie ein Einsatz koordiniert werden könnte und wer die Kosten sowie Verantwortung dafür tragen würde. Falls der Konflikt nicht durch Verhandlungen friedlich beigelegt werden könnte, ist ein breites Spektrum an Austragungsmöglichkeiten denkbar. Dies beginnt mit einem Rüstungswettlauf und der Entwicklung von weiteren Geoengineering Maßnahmen und Gegenmaßnahmen. Eine gewaltsame Eskalation erscheint ebenso möglich. Diese Konflikte müssen nicht zwangsweise nur zwischen Staaten stattfinden, sondern könnten auch nicht-staatliche, radikalierte Gruppen einbeziehen.

Es ist auch denkbar, dass zunächst ein internationaler Konsens für den Einsatz von Geoengineering besteht, dieser jedoch aufgrund des Eintritts massiver Nebenfolgen für eine Region zerbricht. Folglich könnte eine Eskalationsdynamik entstehen.

Jenseits der bisherigen Darstellung könnten auch nicht-staatliche Akteure möglicherweise Geoengineering einsetzen. Ein radikaliertes und finanzielles Akteur könnte sich als „Retter der Welt“ verstehen und mit der Einbringung von Partikeln in die Stratosphäre einen massiven SRM-Einsatz durchführen. Auch diese Konstellation stellt durch potenziell entstehende Nebenfolgen ein Risiko für das nationale Interesse von Staaten dar.

Abschließend ist auch die Gefahr eines Einsatzes von Technologien des Geoengineering im Sinne einer militärischen Nutzung (Dual-Use*) zumindest nicht völlig unwahrscheinlich. Kritiker verweisen hier auf das historische Interesse des Militärs seit den 1960er Jahren an der Möglichkeit von Wettermodifikationen. Dennoch erscheint eine **staatliche**, militärische Anwendung (u.a. aufgrund von gesellschaftlichem Protest und Völkerrechtverstößen) wenig wahrscheinlich. Hingegen wahrscheinlicher wäre ein Einsatz durch irrationale **nicht-staatliche** Kräfte. Eine Proliferation in solche Hände ist vor dem Hintergrund des teils geforderten freien Zugangs zu Informationen und Patenten plausibel.

*Dual-Use-Güter sind Produkte, Chemikalien, Maschinen, Technologien, Software, etc., die sowohl zivil als auch militärisch nutzbar sind.