

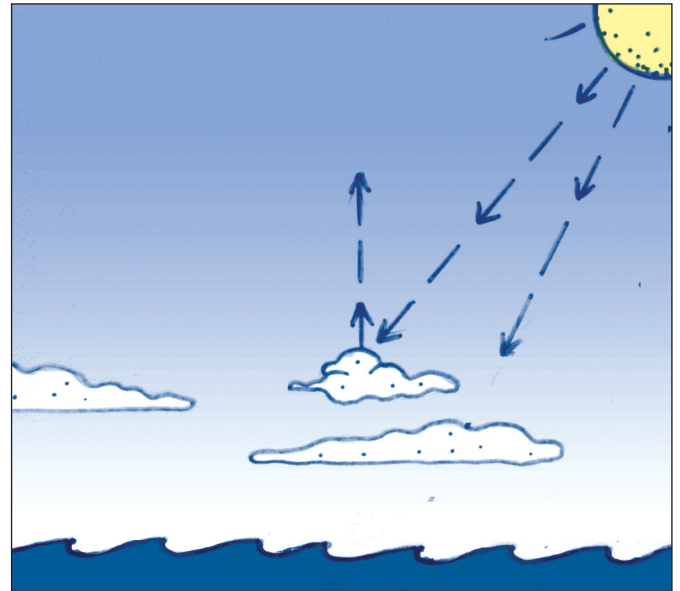
Aufhellung von Meereswolken oder Erhöhung der Wolkenreflektivität

Beschreibung und Zweck der Technologie

Die Aufhellung von Meereswolken (MCB^A) ist ein angedachtes Solar-Geoengineering-Verfahren, das darauf abzielt, weißere Wolken zu erzeugen, um mehr Sonnenlicht zurück in den Weltraum zu reflektieren. Die Aufhellung der Wolken soll durch die Erhöhung der Konzentration kleinerer Wolkentröpfchen erreicht werden. MCB-Befürworter/innen schlagen vor, zu diesem Zweck große Mengen winziger Partikel, z. B. Meersalz-Aerosole, in Meereswolken zu sprühen. Dort sollen diese Partikel als Kondensationskerne wirken: Wasserdampfmoleküle würden sich um diese Kondensationskerne sammeln und winzige Wolkentröpfchen bilden. Vorschlägen zufolge sollen die salzhaltigen Aerosole in marine Wolkenschichten gelangen, indem Schiffe mit speziellen Düsen das Meerwasser in winzige Partikel verwandeln und versprühen.¹

Hellere Wolken könnten theoretisch die Sonneneinstrahlung verringern, die die Erdoberfläche erreicht, und würden daher die Temperatur der Atmosphäre und der Ozeane senken, weil diese weniger Sonnenenergie absorbieren. MCB würde jedoch nicht die Konzentration an Treibhausgasen in der Atmosphäre verringern, und könnte, wie alle Solar-Geoengineering-Methoden, Auswirkungen auf das Wettergeschehen mit potenziell katastrophalen ökologischen Folgen für ganze Regionen haben. Aber wer würde entscheiden, wo eventuelle Dürren oder Überschwemmungen durch das großflächige Aufhellen von Wolken ausgelöst werden?

A MCB = Marine Cloud Brightening



Bei diesem Ansatz sollen Wolken mit kleineren, aber dichteren Tröpfchen aufgehellt werden – mit dem Ziel, mehr Sonnenlicht zurück ins All zu reflektieren

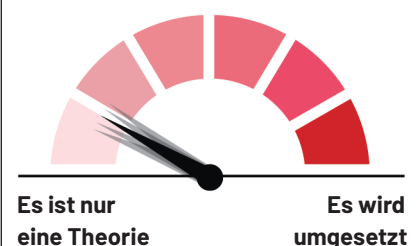
Akteur/innen

Die Aufhellung von Meereswolken wird an Universitäten und Forschungseinrichtungen erforscht und modelliert. Der erste bekannte Freiluft-Versuch wurde 2011 vor der Küste von Monterey in Kalifornien im Rahmen des Eastern Pacific Emitted Aerosol Cloud Experiment (E-PEACE) durchgeführt. Das Projekt wurde von der US-amerikanischen National Science Foundation finanziert und von der University of California in San Diego geleitet. Während des zwölf-tägigen Versuchs wurden Salzaerosole von einem Flugzeug sowie Rauch und Abgase von einem Containerschiff freigesetzt. Anschließend wurden per Flugzeug Forschungsparameter erfasst, um Daten über die Wechselwirkungen zwischen Wolken und Aerosolen für die Modellierung von MCB zu sammeln.²

**Auswirkungen
auf:**



Realitätscheck:



Im März 2020 wurde in Australien ein weiterer MCB-Freilandversuch durchgeführt – angeblich zum Schutz des Great Barrier Reef. Aber mit der Aufhellung von Meereswolken lässt sich nichts gegen die Hauptbedrohungen für das Riff, nämlich die Ozeanversauerung und die Wasserverschmutzung in Küstengebieten, ausrichten. Bei einem viertägigen Versuch in einem südlichen Teil des Great Barrier Reef wurde das MCB-Verfahren von einem Schiff aus getestet. Durchgeführt wurde der Versuch im Rahmen des Australian Reef Restoration and Adaptation Program (RRAP) unter der Leitung der Southern Cross University und des Sydney Institute of Marine Science. Eine hierbei als Prototyp getestete Maschine pumpte Meerwasser durch einen Filter, um es dann aus kleinen Düsen zu sprühen, wobei winzige Wassertröpfchen erzeugt wurden. Ein Ventilator trieb die mikroskopisch kleinen Tröpfchen in die Atmosphäre. Größere Versuche, die ein Gebiet von 400 km² abdecken sollen, wurden angekündigt. Gegen diese Versuche protestiert ein Bündnis von fast 200 Umweltgruppen.

Das Projekt steht in Verbindung mit dem in den USA beheimateten Marine Cloud Brightening Project und etliche Projektleiter/innen befassen sich seit einem Jahrzehnt damit, Geoengineering-Strategien zu erforschen und in Modellierungsstudien zu untersuchen, darunter Forscher/innen der University of Sydney. Die Krise des Great Barrier Reef bot ihnen eine Gelegenheit, zu versuchen, den öffentlichen Widerstand gegen den Einsatz von Geoengineering zu überwinden.³ Die Great Barrier Reef Foundation, die im Rahmen des staatlichen RRAP eine Studie zu Solar-Geoengineering-Methoden durchführt, ist eng mit Australiens größtem Treibhausgasemittenten BHP und weiteren großen Emittenten aus der Bergbau- und Luftfahrtindustrie verbandelt. Diese Verstrickungen und Investitionen deuten darauf hin, dass hier ein großes Interesse daran besteht, die Kosten einer Reduzierung von Treibhausgasen zu vermeiden und weiterhin einem Business-as-usual nachgehen zu können.⁴

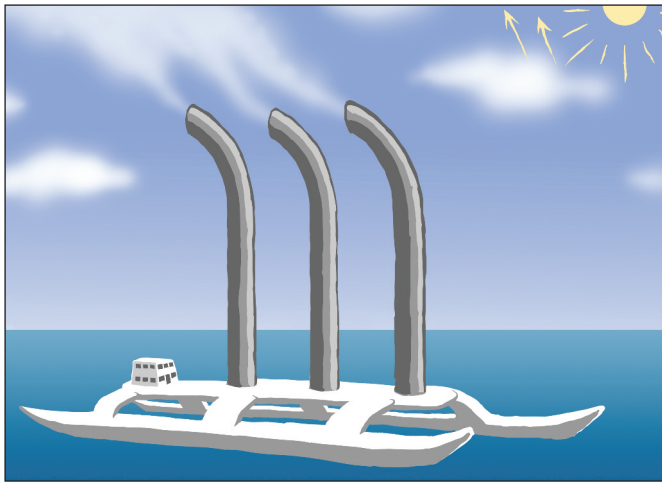
Weitere Feldversuche, darunter das internationale VAMOS Ocean-Cloud-Atmosphere-Land Study Regional Experiment, untersuchten die Auswirkungen von Aerosolen auf Wolken und wurden zu einer wichtigen Datenquelle für die Modellierung von MCB.

B GeoMIP = Geoengineering Model Intercomparison Project

// MCB würde nicht die Konzentration an Treibhausgasen in der Atmosphäre verringern, und könnte, wie alle Solar-Geoengineering-Methoden, Auswirkungen auf das Wettergeschehen mit potenziell katastrophalen ökologischen Folgen für ganze Regionen haben. Aber wer würde entscheiden, wo eventuelle Dürren oder Überschwemmungen durch das großflächige Aufhellen von Wolken ausgelöst werden? //

Modellierungsstudien zielen darauf ab, die Effektivität, Nebenwirkungen, Risiken und wirtschaftlichen Auswirkungen von MCB zu untersuchen und können als ein Zwischenschritt zur Vorbereitung von Freilandversuchen angesehen werden, auch wenn die Qualität und Aussagekraft der Modellierungsergebnisse höchst fragwürdig ist. Die MCB-Modellierung wird unter anderem im Rahmen von GeoMIP^B, einer Zusammenarbeit zwischen Klimamodellierungszentren auf der ganzen Welt, und an der University of Leeds durchgeführt. Die Universität Ostfinland und das europäische IMPLICC-Projekt haben 2012 und 2014 Forschungs- und Modellierungsstudien zu Solar-Geoengineering-Verfahren, einschließlich MCB, abgeschlossen.⁵

John Latham, ein emeritierter Informatikprofessor der University of Manchester, gehörte zu den ersten, die MCB vorschlugen. Zusammen mit Stephen Salter, einem emeritierten Professor für Ingenieurwissenschaften der University of Edinburgh, entwickelte und modellierte er die Idee, mehrere Hundert windbetriebene Schiffe im Wert von jeweils 2,5 Mio. GBP zu konstruieren, um Salzwassertropfen in den Himmel zu schießen. Salter schlug auch ein schiffsbasiertes MCB-Programm vor, um durch die Erzeugung von Wolken in der Arktis das Meereis während des Sommers zu schützen.⁶ Weitere Forschungs- und Modellierungsstudien werden in den USA von einem gemeinsamen Team durchgeführt, das sich aus Mitarbeiter/innen des Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) und der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) zusammensetzt.



Schiffe mit speziellen Düsen sollen Salzwassertropfen in den Himmel sprühen

Die Ergebnisse der vom PNNL-NOAA-Forschungsteam durchgeführten Modellsimulationen fließen in das Marine Cloud Brightening Project (MCBP) ein. Letzteres finanziert sich u. a. aus Mitteln des von Bill Gates unterstützten FICER-Fonds. Das MCBP, ein Kooperationsprojekt der Washington University und des PNNL, entwickelte ein Verfahren, mit dem sich aus Meerwasser aerosolisierte Salznebel erzeugen und in Wolken sprühen lässt. Nach Modellierungs- und Laborversuchen wurden verschiedene Freiluftversuche angekündigt, darunter ein küstennaher Dispersionstest in Moss Landing in Kalifornien und Versuche zur Aufhellung von Wolken an weiteren Küstenstandorten. Ein anvisierter Großversuch würde eine Fläche von 10.000 km² im Nordostpazifik betreffen. Das MCBP änderte zweimal seinen Namen: Vor einem Jahrzehnt waren bereits groß angelegte Feldversuche unter den Namen Silver Lining Project und Silver Lining Inc. geplant, die jedoch aufgrund öffentlicher Proteste und mangelnder Finanzierung abgesagt wurden.

Im Jahr 2019 stellte die US-Regierung der NOAA 4 Mio. USD zur Erforschung von Solar-Geoengineering-Verfahren zur Verfügung. MCB ist einer der Ansätze, den die NOAA mit diesen Mitteln untersuchen wird.⁷

Auswirkungen der Technologie

Die Modellierungsergebnisse prognostizieren zwar, dass MCB die globalen Durchschnittstemperaturen senken könnte, sie zeigen jedoch auch, dass das Verfahren in verschiedenen Teilen der Welt sehr unterschiedliche und potenziell schädliche Auswirkungen hätte.⁸ Beispielsweise lässt sich aus den Modellierungen folgern, dass mit sinkenden Temperaturen auch die mittleren Niederschlagsmengen sinken.

Einer Studie zufolge könnten die Niederschläge um bis zu 2,3 % zurückgehen. Südamerika würde durch MCB voraussichtlich wärmer und trockener werden.⁹ So wird für das Amazonasbecken ein bedeutender Rückgang der Niederschläge vorausgesagt, was wegen der verheerenden Folgen für den Regenwald eine ökologische Katastrophe wäre.¹⁰ Eine andere Studie prognostiziert, dass auch wenn weltweit die mittlere Niederschlagsmenge sinkt, an Land mit einem massiven Anstieg des Oberflächenabflusses um 7,5 % zu rechnen ist – primär als Folge steigender Niederschläge in den Tropen.¹¹ Einige Forscher/innen haben zwar optimistisch die Vermutung geäußert, dass Veränderungen der Niederschlagsmengen „umgangen werden könnten, indem in bestimmten Regionen keine Wolken angereichert werden“,¹² aber die vorliegenden Studien zeigen, inwieweit Geoengineering voraussichtlich schwerwiegende, unbeabsichtigte Folgen haben wird – und wie wenig erforscht diese Folgen immer noch sind.

Die Modellierungen zeigen noch etwas anderes: Beginnt man einmal damit, die Erde mit MCB (oder anderen Solar-Geoengineering-Verfahren) zu kühlen, muss immer mehr getan werden, um das Wirkungsniveau zu erhalten. Im Falle von MCB bedeutet dies, dass immer stärker in die Wolkenbildung eingegriffen werden muss, wobei sowohl die Regionen, in denen Wolken modifiziert werden, als auch die Intensität der Modifizierungen ausgeweitet werden müssten. Die Probleme, die durch eine abrupte Beendigung des Geoengineerings entstehen, z. B. ein rascher Temperaturanstieg, würden sich daher im Laufe der Zeit verstärken.¹³ Eine kürzlich durchgeführte Studie hat aufgezeigt, wie ein plötzlicher Abbruch des Solar-Geoengineerings die Bedrohung der Biodiversität durch den Klimawandel aufgrund dieser rapiden und bisher nie dagewesenen Temperaturveränderungen erheblich verschärfen würde.¹⁴

Forscher/innen haben auch auf die Anfälligkeit von MCB gegenüber physischen Angriffen hingewiesen, da die Sprühschiffe auf dem offenen Meer eingesetzt werden. Wenn viele oder gar alle Sprühschiffe am Einsatz gehindert würden, hätte das einen rasanten Anstieg der globalen Temperatur zur Folge – mit allen Veränderungen der Witterungsbedingungen und anderen negativen Folgen.¹⁵ Wenn wir uns eine dystopische Zukunft vorstellen können, in der Geoengineering-Verfahren weit verbreitet sind, dann scheint die Gefahr eines Konflikts um deren Anwendung und Auswirkungen nicht weit hergeholt.

Realitätscheck

MCB ist ein theoretisches Konzept, und die Erforschung seiner Auswirkungen beschränkt sich fast ausschließlich auf Klimamodellierungsstudien. Modellierungen können diese gefährliche Technologie und entsprechende Freilandversuche jedoch vorantreiben – einige angekündigte Freilandexperimente könnten bei ausreichender Finanzierung in naher Zukunft durchgeführt werden. Hierbei spielt auch der Widerstand der Öffentlichkeit eine Rolle. In Australien schlossen sich nach den Tests im Great Barrier Reef fast 200 Umweltgruppen aus 45 Ländern zu einem Bündnis gegen Feldversuche zusammen.

Eine eigens von der australischen RRAP durchgeführte Meinungsumfrage ergab, dass die Öffentlichkeit dem MCB-Verfahren ablehnend gegenübersteht. Gemäß der Erklärung der Vereinten Nationen über die Rechte der indigenen Völker (UNDRIP) haben indigene Küstengemeinden nach dem Prinzip des Free, Prior and Informed Consent (FPIC^C) das Recht, Projekte, die sie oder ihre Gebiete betreffen, zu genehmigen oder abzulehnen.¹⁶

Weiterführende Inhalte

ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung, „**Geoengineering Map**“, <https://map.geoengineeringmonitor.org/>

Fußnoten

- 1 Latham, et al. (2012) Marine Cloud Brightening, in Wood, et al. (2017) Could spraying particles into marine clouds help cool the planet?, in Philosophical transactions, Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences, Vol. 370: 4217 - 4262, <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0086>; University of Washington News, veröffentlicht: 25. Juli 2017, <https://www.washington.edu/news/2017/07/25/could-spraying-particles-into-marine-clouds-help-cool-the-planet/>
- 2 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map, <https://map.geoengineeringmonitor.org>
- 3 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020); Friends of the Earth Australia (2020) Geoengineering threatens oceans, veröffentlicht: 8. Juni 2020, https://www.foe.org.au/geoengineering_threatens_oceans
- 4 Great Barrier Reef Foundation (2020) Corporate Partners, <https://www.barrierreef.org/what-we-do/partners/corporate-partners>; Taylor (2018) The Tiny Foundation That Got \$443 Million To Save The Great Barrier Reef Asked A Mining Company To Vouch For It, veröffentlicht: 15. November 2018, <https://www.buzzfeed.com/joshtaylor/the-great-barrier-reef-foundation-got-a-mining-company-to>
- 5 Rosen (2020) How will geoengineering aerosols affect air temperature?, in: Geoengineering Monitor, veröffentlicht: 16. September 2020, <http://www.geoengineeringmonitor.org/2020/09/how-will-geoengineering-aerosols-affect-air-temperature/>; ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 6 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 7 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map: Marine Cloud Brightening, <https://map.geoengineeringmonitor.org>
- 8 Jones, et al. (2009) Climate impacts of geoengineering marine stratocumulus clouds, in J. Geophys. Res., Vol. 144, <https://doi.org/10.1029/2008JD011450>
- 9 Jones, et al. (2010) A comparison of the climate impacts of geoengineering by stratospheric SO₂ injection and by brightening of marine stratocumulus cloud, in Atmos. Sci. Let., Vol. 12:176 - 183, <https://doi.org/10.1002/asl.291>
- 10 Jones, et al. (2009)
- 11 Bala and Bappaditya (2011) Albedo enhancement over land to counteract global warming: impacts on the hydrological cycle, in Climate Dynamics, Vol. 39:1527 - 1542, <https://doi.org/10.1007/s00382-011-1256-1>
- 12 Latham, et al. (2012)
- 13 Jones, et al. (2010)
- 14 Christopher Trisos, et al. (2018) Potentially dangerous consequences for biodiversity of solar geoengineering implementation and termination, in Nature Ecology & Evolution, Vol. 2:475 - 482, <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0431-0>
- 15 Latham, et al. (2012)
- 16 Friends of the Earth Australia (2020); Reef Restoration and Adaptation Program (2019) The RRAP Investment Case and Concept Feasibility Study reports, abgerufen: September 2020, <https://www.gbrrestoration.org/reports#technical-reports>; United Nations (2016) Free Prior and Informed Consent – An Indigenous Peoples’ right and a good practice for local communities – FAO, veröffentlicht: 14. Oktober 2016, <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/publications/2016/10/free-prior-and-informed-consent-an-indigenous-peoples-right-and-a-good-practice-for-local-communities-fao/>

C FPIC = Prinzip der vorab, freiwillig und in Kenntnis der Sachlage gegebenen Zustimmung