

Mikrobläschen / Meeresschaum

Beschreibung und Zweck der Technologie

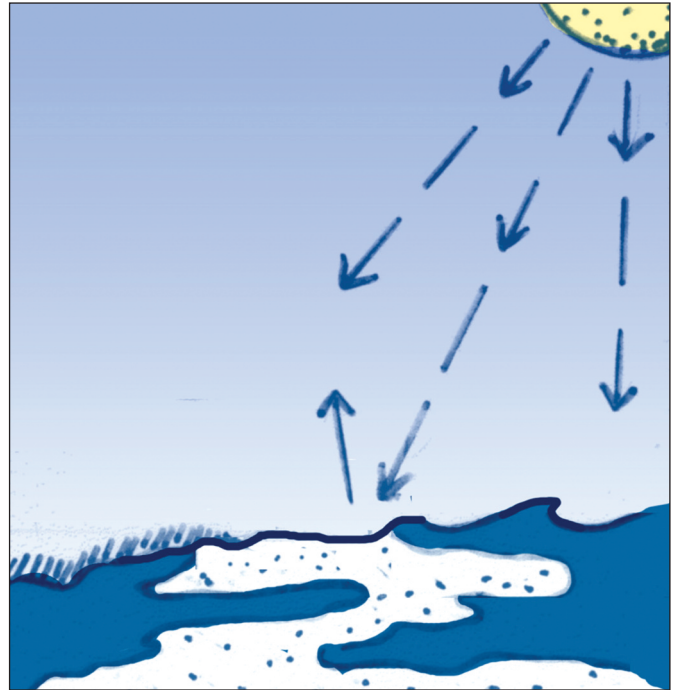
Die Erzeugung von Mikrobläschen in Gewässern oder das Versprühen von Schaum auf Meeresoberflächen sind angedachte Solar-Geoengineering-Methoden, mit denen das Rückstrahlvermögen, die sog. Albedo, von Meeres- und Gewässeroberflächen erhöht und so mehr Sonnenlicht zurück ins All reflektiert werden soll. Je heller eine Wasseroberfläche ist, desto höher ist ihre Albedo und desto geringer ist die Absorption und Umwandlung der Sonnenenergie in Wärme.

Schaumkronen auf Wellenbergen bei windigem Wetter und die weiße Gischt der Brandungswellen sind heller und reflektieren dadurch mehr Sonnenlicht als eine ruhige und damit dunklere Wasseroberfläche. Die Idee dieses Solar-Geoengineering-Vorhabens ist daher, die Lebensdauer der Schaumbläschen von Minuten auf Tage zu verlängern und künstlichen Schaum auf der Wasseroberfläche zu verteilen.

Die Vorschläge zur Erzeugung langlebiger Mikrobläschen verknüpfen zwei verschiedene Ansätze:

- (1) durch die technische Aufrüstung von Schiffen werden, z. B. mithilfe von Düsenteknik oder mechanischen Rüttlern, große Mengen an Mikrobläschen erzeugt;
- (2) die Mikrobläschen werden durch Zugabe von Chemikalien, sogenannten Tensiden, wie amphiphilen Nanopartikeln oder Phospholipiden, stabilisiert.

Die Herstellung von künstlichem Schaum erfordert das Ausbringen von Schaumbildnern auf die Oberflächen von Meeren oder anderen großen Gewässern: Chemische Schaumbildner, wie z. B. Geliermittel mit Celluloseethern, können eine Mikrobläschenschicht auf der Wasseroberfläche entstehen lassen.¹



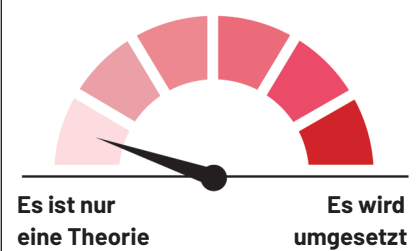
Bei diesem Ansatz sollen auf Wasseroberflächen Mikrobläschen durch Zugabe von Chemikalien erzeugt werden, um Sonnenlicht zurück ins All zu reflektieren.

Im größeren Maßstab könnten solche Verfahren negative Auswirkungen auf die Nahrungsketten der Ozeane haben und den Sauerstoffgehalt senken: Eine langlebige Oberflächenschicht aus Bläschen oder Schaum vermindert den Einfall photosynthetisch wirksamer Strahlung und verringert dadurch die photosynthetische Aktivität und das Wachstum von Phytoplankton, das die Grundlage des marinen Nahrungsnetzes bildet. Die Oberflächenschicht kann auch den Gasaustausch hemmen und so die Sauerstoffversorgung des Wassers verringern. Diese Auswirkungen würden ihrerseits die Artenvielfalt und biologische Produktivität der Meere beeinträchtigen. Darüber hinaus können Tenside für Meereslebewesen toxisch sein.

Auswirkungen auf:



Realitätscheck:



Akteur/innen

Russell Seitz, ein Geoengineering-Physiker an der Harvard University, machte den Vorschlag, zur „Abkühlung des Planeten“ große Mengen an Mikrobläschen ins Meer zu pumpen, um so die Albedo der Meeresoberfläche zu erhöhen und die Wassertemperaturen zu senken. Kurz nach der Veröffentlichung der Ergebnisse seiner Computersimulationen, versuchte Seitz 2010, sein Solar-Geoengineering-Vorhaben durch die Gründung der Firma Microbubbles LLC zu kommerzialisieren. Das Unternehmen konzentrierte sich auf die Entwicklung langlebiger Mikrobläschen unter Verwendung mechanischer und chemischer Lösungen wie Druckluft und zugesetzter Tenside, befasste sich jedoch kaum mit den Umweltauswirkungen der anvisierten Technologie.²

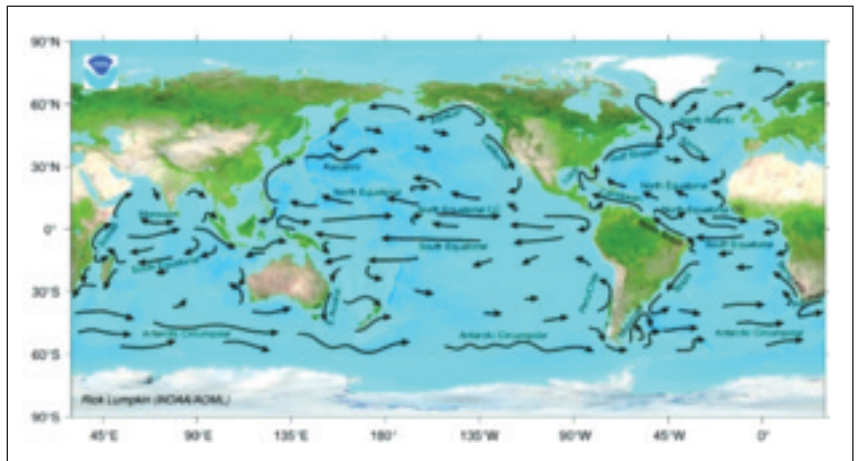
Forscher/innen der University of Leeds in Großbritannien untersuchten in einer Modellierungsstudie, inwiefern sich die Aufhellung von Kielwasser als effektive Solar-Geoengineering-Methode eignet. In ihren 2016 veröffentlichten Ergebnissen schlugen sie vor, die Lebensdauer der vom Kielwasser erzeugten Mikrobläschen durch die Zugabe chemischer Tenside von Minuten auf Tage zu verlängern.³

Im vergangenen Jahrzehnt schlugen Wissenschaftler/innen des University College London vor, durch den Einsatz von reflektierendem Schaum die Schaumkronenbildung zu verstärken und so die Albedo der Meeresoberfläche zu erhöhen. Die Auswirkungen einer großflächigen Anwendung dieses Ansatzes auf das Klima wurden modelliert und verschiedene Schaumarten im Labormaßstab getestet. Ziel der Laborversuche war es, herauszufinden, wie sich die Lebensdauer des Schaums auf der Meeroberfläche erhöhen lässt.⁴

Das Projekt G4Foam modellierte die Klimaauswirkungen einer Ozean-Albedo, die in einer Simulation durch die Zugabe von stabilem, nichtdispersivem Schaum zur Bildung einer reflektierenden Mikrobläschenschicht verändert wurde. Die 2017 veröffentlichte Studie wurde von Forscher/innen der Rutgers University in New Jersey in Zusammenarbeit mit dem Pacific Northwest National Laboratory^A durchgeführt.⁵

A PNNL – Forschungseinrichtung des US-Energieministeriums

// Eine langlebige Oberflächenschicht aus Bläschen oder Schaum vermindert den Einfall photosynthetisch wirksamer Strahlung und verringert dadurch die photosynthetische Aktivität und das Wachstum von Phytoplankton, das die Grundlage des marinen Nahrungsnetzes bildet. Die Oberflächenschicht kann auch den Gasaustausch hemmen und so die Sauerstoffversorgung des Wassers verringern. Diese Auswirkungen würden ihrerseits die Artenvielfalt und biologische Produktivität der Meere beeinträchtigen. //



Meeresströmungen sind komplex und die Auswirkungen von Geoengineering-Maßnahmen sind noch wenig erforscht (NOAA).

Auswirkungen der Technologie

Der Einsatz von Mikrobläschen oder künstlichem Meeresschaum in einem klimarelevanten Umfang könnte die gesamte Lebensgrundlage im Meer- und Süßwasser beeinträchtigen, denn Lebewesen, vom Phytoplankton bis zu Meeressäugern, sind auf den Einfall von Licht angewiesen. Die Auswirkungen der Bläschenschichten auf das Leben im Ozean, sowohl in Hinblick auf Veränderungen der Temperaturen als auch der Lichteinstrahlung, sind unbekannt. Die Verwendung von Tensiden würde zudem den Gasaustausch und die Sauerstoffversorgung der oberen Ozeanschichten verringern, in denen die meisten Fische und anderen Arten leben.⁶

Kühleres Meerwasser absorbiert CO₂ effizienter und beschleunigt so die Versauerung der Meere. Darüber hinaus würden die Bläschenwolken die ozeanische Zirkulation verändern und unerwartete oder ungewöhnliche Verdunstungen verursachen, was wiederum die atmosphärischen Erwärmungs-, Zirkulations- und Niederschlagsmuster beeinflussen würde. Dies wirft Fragen der Möglichkeiten regionaler Klimasteuerung auf – von potenziell unilateralen Anwendungen bis hin zum Einsatz dieser Technologie als Waffe.⁷

Die möglichen Folgen dieser Geoengineering-Technologie für die menschliche Bevölkerung hat das Forschungsprojekt Integrated Assessment of Geoengineering Proposals aufgezeigt.

Modellierungsversuche haben ergeben, dass die Erzeugung von Mikrobläschen im Meer regionale Wetterveränderungen und klimatische Extremereignisse wie Überschwemmungen und Dürren verursachen könnte, die weitreichende Auswirkungen auf zwei Milliarden Menschen hätten.⁸

Die angedachten Mikrobläschen-Verfahren beinhalten die Ausbringung großer Mengen chemischer Tenside auf die Oberflächen der Meere und anderer Gewässer. Die Wissenschaftler/innen betonen zwar, dass die Tenside ökologisch unbedenklich sein müssten, aber auch vermeintlich ungefährliche Chemikalien können unbekannte und unerwünschte Auswirkungen auf Ökosysteme haben. So können sie mikrobiologische oder photochemische Prozesse beeinflussen⁹ und auch hochtoxisch sein. Die BP-Ölkatastrophe im Golf von Mexiko im Jahr 2011 ist ein Beispiel dafür: BP verwendete ein aus zwei Tensiden zusammengesetztes Dispersionsmittel für das ausgelaufene Öl. Das Unternehmen behauptete, die Tenside seien unbedenklich, und das US-Umweltministerium verlangte vor dem Einsatz keinerlei Sicherheitstests. Um den Ölteppich zu bekämpfen, wurde eine Rekordmenge von 6,8 Mio. Litern des Dispersionsmittels verwendet, dessen toxische Bestandteile für das Meeresleben potenziell noch tödlicher sind als das Öl selbst.¹⁰ Dieses Beispiel veranschaulicht, was „Technofixes“ dieser Art in der Praxis bedeuten können, insbesondere wenn sie in die Hände verantwortungsloser Unternehmen oder skrupelloser Regierungen gelangen.



Durch Zugabe von Chemikalien könnte das Kielwasser länger aufgeschäumt bleiben (Kevin Harber/Flickr).

// Der Einsatz von Mikrobläschen oder künstlichem Meeresschaum in einem klimarelevanten Umfang könnte die gesamte Lebensgrundlage im Meer- und Süßwasser beeinträchtigen, denn Lebewesen, vom Phytoplankton bis zu Meeressäugern, sind auf den Einfall von Licht angewiesen. Die Auswirkungen der Bläschenschichten auf das Leben im Ozean, sowohl in Hinblick auf Veränderungen der Temperaturen als auch der Lichteinstrahlung, sind unbekannt. //

Der Ansatz der Kielwasseraufhellung ist zudem mit einem ganz eigenen Problem verbunden: Auf der nördlichen Halbkugel gibt es wesentlich mehr Schiffsverkehr als auf der südlichen Halbkugel, was zu einer sehr ungleichmäßigen Verteilung der Mikrobläschen führen würde. Diesem Ungleichgewicht müsste entgegengewirkt werden, aber wie? Indem in den südlichen Meeren noch mehr Schiffe Diesel verbrennen?¹¹

Realitätscheck

Die Forschung zu dieser Technologie beschränkt sich bisher auf Modellierungsstudien und Laborexperimente.

Weiterführende Inhalte

Geoengineeringmonitor.org (2016), **Using ship wakes to fight climate change? Time to anchor climate research to common sense**,
www.geoengineeringmonitor.org/2016/03/using-ship-wakes-to-fight-climate-change-time-to-anchor-climate-research-to-common-sense/

The Guardian (2014), **Reflecting sunlight into space has terrifying consequences, say scientists**,
https://www.theguardian.com/environment/2014/nov/26/geoengineering-could-offer-solution-last-resort-climate-change?CMP=fb_gu

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

Fußnoten

- 1 Crook, et al. (2016) Can increasing albedo of existing ship wakes reduce climate change, in: JGR Atmospheres, Vol. 121(4): 1549 – 1558, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2015JD024201#jgrd52751-bib-0008>; ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map: Microbubbles and Sea Foams, <https://map.geoengineeringmonitor.org/>
- 2 Seitz (2010) Bright Water: Hydrosols, Water Conservation and Climate Change, in: Climatic Change, Vol. 105(3-4): 365 – 381, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-010-9965-8>; Kintisch (2010) Could Tiny Bubbles Cool the Planet?, in: ScienceMag, online veröffentlicht: 26. März 2010, <https://www.sciencemag.org/news/2010/03/could-tiny-bubbles-cool-planet>; Edwards (2010) Bright water proposal to cut global warming, in: Phys.org, online veröffentlicht: 29. März 2010, <https://phys.org/news/2010-03-bright-global.html>
- 3 Ibid (Crook, et al. (2016)); University of Leeds (2016) Smaller, longer-lasting bubbles could reduce global temperatures, in: Priestley International Centre for Climate News, online veröffentlicht: 2. März 2016, <https://climate.leeds.ac.uk/news/smaller-longer-lasting-bubbles-could-reduce-global-temperatures/>
- 4 Ortega and Evans (2018) On the energy required to maintain an ocean mirror using the reflectance of foam, in: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, Vol. 233(1): 388 – 397, <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1475090217750442?journalCode=pima&>; Rowland, et al. (2015) Sea salt as a potential ocean mirror material, in: RSC Advances, Vol. 5(49): 38926 – 38930, <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/RA/C5RA03469H#!divAbstract>
- 5 Gabriel, et al. (2017) The G4Foam Experiment: global climate impacts of regional ocean albedo modification, in: Atmos. Chem. Phys., Vol. 17: 595 – 13, <https://www.atmos-chem-phys.net/17/595/2017/acp-17-595-2017.pdf>
- 6 Ibid (Crook, et al. (2016), Gabriel, et al. (2017)); Evans, et al. (2010) Can oceanic foams limit global warming?, in: Climate Research, Vol. 42(2): 155 – 160, <http://www.int-res.com/abstracts/cr/v42/n2/p155-160/>; Robock (2011) Bubble, bubble, toil and trouble. An editorial comment., in: Climatic Change, Vol. 105: 383 – 385
- 7 Ibid (Crook, et al. (2016), Gabriel, et al. (2017)); Evans, et al. (2010), Robock (2011))
- 8 Carrington (2014) Reflecting sunlight into space has terrifying consequences, say scientists, in: The Guardian, online veröffentlicht: 26. November 2014, <https://www.theguardian.com/environment/2014/nov/26/geoengineering-could-offer-solution-last-resort-climate-change>
- 9 Ibid (Crook, et al. (2016), Robock (2011))
- 10 Sheppard (2010) BP's Bad Breakup: How Toxic is Corexit?, in: Mother Jones, online veröffentlicht: Ausgabe September/Oktober 2010, <https://www.motherjones.com/%20environment/2010/08/bp-ocean-dispersant-corexit/>
- 11 Ibid (Crook, et al. (2016))