

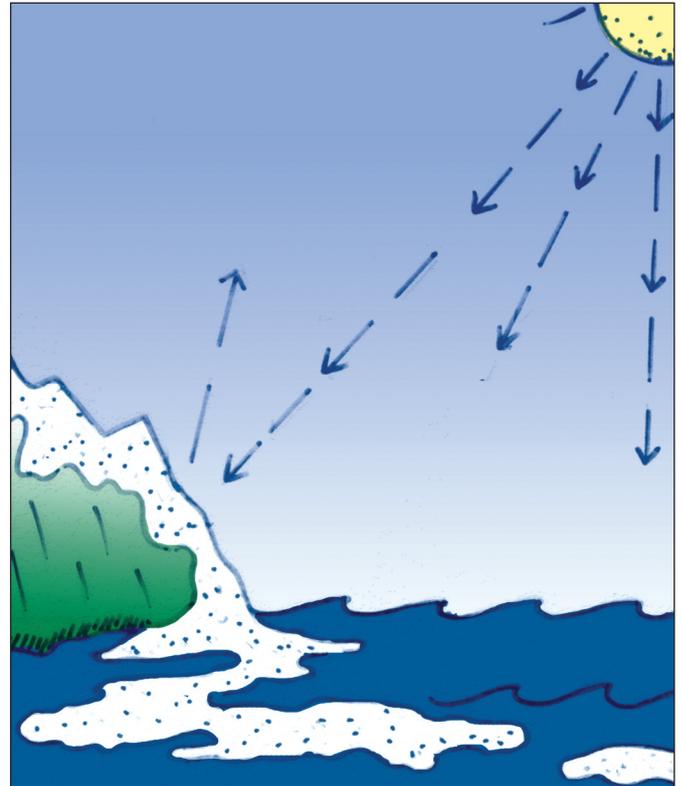
Veränderung der Oberflächenalbedo

Beschreibung und Zweck der Technologie

Die Veränderung der Oberflächenalbedo ist ein angedachtes Solar-Geoengineering-Verfahren, das darauf abzielt, mehr Sonnenlicht zurück in den Weltraum zu reflektieren, indem die Erdalbedo – das Reflexionsvermögen der Erdoberfläche – verstärkt wird. Die Vorschläge erstrecken sich über ein breites Spektrum: vom Anbau von Nutzpflanzen, die mehr Licht reflektieren und der Rodung borealer Wälder in schneebedeckten Gebieten über die Abdeckung großer Wüsten- oder Eisflächen mit reflektierenden Materialien bis hin zum Aufhellen von Berggipfeln und Dächern mit weißer Farbe – all das mit dem Ziel, die Albedo der Erdoberfläche zu erhöhen.

Die Albedo beschreibt, wie viel Sonnenstrahlung von einer Oberfläche reflektiert wird. Eine hohe Albedo bedeutet, dass ein Großteil der Sonnenstrahlung reflektiert wird, wie zum Beispiel von polaren Eisdecken. Eine dunkle Meeresoberfläche ist ein Beispiel für eine Oberfläche mit niedriger Albedo. Sie reflektiert nur einen relativ kleinen Teil der Sonnenstrahlung und absorbiert den größten Teil in Form von Wärme, so dass sie zur Erwärmung der Umgebung beiträgt.

Die Schaffung großer Oberflächen mit einer höheren Albedo könnte die Menge der von der Erdoberfläche reflektierten Sonnenstrahlung erhöhen und theoretisch die Temperatur der Atmosphäre senken, weil die Oberflächen weniger Sonnenenergie absorbieren. Der Vorschlag würde jedoch die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre nicht verringern, die weiter zunehmen würde. Bei den meisten Methoden könnten die unerwünschten Nebenwirkungen auf die Ökosysteme, Fauna und Flora sowie für die von diesen Ökosystemen abhängigen Menschen verheerend sein.



Die Veränderung des Oberflächenalbedo umfasst eine Reihe von Verfahren, die durch das Aufhellen von Landoberflächen wie Wüsten, Ackerland oder Eis, mehr Licht zurück ins Weltall reflektieren sollen.

Auswirkungen auf:



Realitätscheck:



Es ist nur eine Theorie

Es wird umgesetzt

Im Folgenden werden verschiedene Ansätze zur Veränderung der Oberflächenalbedo erläutert, relevante Akteur/innen genannt und mögliche Auswirkungen beschrieben.

Abdeckung von Eisoberflächen

Bei dieser Methode soll auf das arktische Eis eine Schicht aus reflektierendem Material als „strahlungsabweisendes Heftpflaster“ aufgetragen werden, um schnell schmelzende Schneedecken und Gletscher zu isolieren.¹

Das in Kalifornien ansässige Arctic Ice Project (ehemals Ice911), das 2007 von Leslie Field gegründet wurde, schlägt als Abdeckmaterial winzige reflektierende Quarzglaskugeln vor, die hauptsächlich aus Siliziumdioxid bestehen. Seit einem Jahrzehnt führt das Arctic Ice Projekt Versuche auf zugefrorenen Seen in Kanada und den USA durch und testet verschiedene reflektierende Materialien. Das größte Testgelände des Projekts ist der North Meadow Lake, der in einem indigenen Gebiet in der Nähe von Utqiagvik in Alaska liegt. Obwohl die Bewohner/innen vor Ort nicht konsultiert worden waren und den Versuchen nie zugestimmt hatten, begannen die Feldversuche an diesem Standort im Winter 2015. Die Versuchsfläche umfasst bis zu 17.500 m². Das Arctic Ice Project plant zudem Versuche auf Meereis in der Meereis-Testanlage der University of Manitoba in Winnipeg und bemüht sich gleichzeitig um Finanzmittel und Genehmigungen für die Durchführung groß angelegter Tests auf arktischem Eis. Leslie Field beabsichtigt, bis zu 100.000 km² in ausgewählten arktischen Regionen, z. B. in der Framstraße oder im Beaufort Gyre, mit Quarzglas zu bedecken.

Mögliche negative Auswirkungen dieses Vorhabens, z. B. Veränderungen hinsichtlich der Witterungsbedingungen, des Wasserkreislaufs und der Wassertemperatur oder Auswirkungen auf die empfindlichen arktischen Ökosysteme sowie die Umweltauswirkungen des Abdeckmaterials selbst wurden bisher nicht eingehend untersucht. Die Bewohner/innen in der Region um den North Meadow Lake befürchten u. a. Auswirkungen auf Nahrungsketten und Zugvögel durch die Nahrungsaufnahme oder auf die menschliche Gesundheit durch das Einatmen des Quarzstaubs.²

Abdeckung von Gletschern

Um den Anstieg des Meeresspiegels zu verzögern, sollen nach dem Vorschlag einer Modellierungsstudie des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) zwei Gletscher in der westlichen Antarktis mit enormen Mengen an Kunstschnee beschneit werden. Nach Schätzungen des PIK würden mehr als 12.000 Windturbinen benötigt, um die dafür erforderlichen Mengen an Meerwasser hochzupumpen, zu entsalzen und zu verteilen. Das gesamte Projekt hätte umfangreiche Umweltschäden zur Folge, die den empfindlichen marinen Lebensraum der Antarktis erheblich beeinträchtigen würden.³

Eine Forschungsgruppe an der Schweizer Academia Engiadina hofft, die Schweizer Gletscher mit einem vergleichbaren Ansatz zu retten und will deren Oberfläche mit reflektierendem Kunstschnee bedecken.



Nutzpflanze mit hoher Albedo? Ein Gerstenfeld
(Jens Schott Knudsen/Flickr)

Die Wissenschaftler/innen führten 2017 einen kleineren ersten Demonstrationsversuch auf einem Abschnitt des Schweizer Diavolezzafirn-Gletschers durch, um die Technologie zu erproben. Weitere Versuche sind am Morteratsch-Gletscher mit Mitteln der Schweizerischen Agentur für Innovationsförderung geplant. Der Ansatz erfordert enorme Mengen an Wasser und Energie.⁴

Forscher/innen der Ohio State University haben vorgeschlagen, Abschnitte der grönländischen Eisdecke mit reflektierendem Material zu bedecken, um ein weiteres Schmelzen der Gletscher zu verhindern. Um dieses Vorhaben zu erproben, wurde im Jahr 2009 eine Gletscherfläche von knapp einem Hektar mit reflektierenden Isolationsdecken aus Polypropylen bedeckt. Die Idee wurde aus den Alpen übernommen, wo örtliche Bergbahnunternehmen zum Schutz der Skigebiete (und der Einkünfte der Skiorte) die Gletscher oft mit weißen, reflektierenden Decken verhüllen. Die Umsetzung dieses Vorhabens würde einen erhöhten Verbrauch fossiler Rohstoffe und hohe Kosten mit sich bringen: Das Deckenmaterial Polypropylen wird aus Rohöl hergestellt, und die Materialkosten für die Abdeckung eines Quadratkilometers Gletschereis belaufen sich Schätzungen zufolge auf 4,6 Mio. USD. Noch nicht einberechnet sind dabei die Kosten für das Recycling am Ende der Lebensdauer des Produkts.⁵

Nutzpflanzen mit hoher Albedo

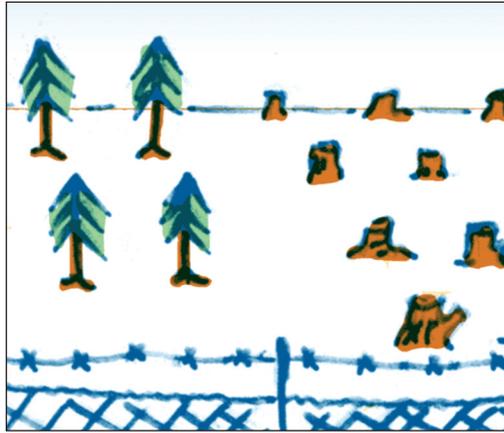
Mehrere Wissenschaftler/innen, insbesondere ein Forschungsteam der Universität Bristol, verfolgen die Idee, landwirtschaftliche Nutzpflanzen so zu verändern, dass sie stärker reflektierende Blätter entwickeln. Befürworter/innen behaupten, dass der Anbau von Pflanzen mit einer höheren Albedo auf Ackerflächen dazu beitragen würde, die Atmosphäre zu kühlen, weil dadurch mehr Sonnenstrahlung zurück in den Weltraum reflektiert würde. Um die Albedo von Nutzpflanzen zu erhöhen, sind sowohl traditionelle Züchtungs- als auch gentechnische Verfahren angedacht.⁶

Über die potenziellen Risiken, die ein erhöhtes Rückstrahlvermögen für den Nährstoffgehalt der Pflanzen, ihre photosynthetische Kapazität oder den umgebenden Boden mit sich bringt, ist wenig bekannt. Gentechnisch manipulierte Pflanzen könnten ihr modifiziertes Rückstrahlvermögen auf verwandte Arten übertragen – mit unbekanntem Folgen: Die Verwendung gentechnisch veränderter Nutzpflanzen oder Bäume ist mit allen Biosicherheitsrisiken und Landnutzungsfolgen verbunden, die mit solchen Anpflanzungen einhergehen, einschließlich möglicher Bodenerosion und Umweltbelastungen durch die intensive Ausbringung von Agrochemikalien.

Rodung von borealen Wäldern

Ein internationales Forschungsteam modellierte den Einfluss borealer Waldgebiete auf das Klima und entwickelte die Theorie, dass die Rodung der noch verbliebenen borealen Wälder – nördlich des 45. Breitengrads, hauptsächlich in Russland und Kanada – einen kühlenden Effekt haben würde, weil die Schneedecke die Sonnenstrahlung reflektiert, während die borealen Wälder in der Umgebung die Strahlung absorbieren. Die Studien fanden unter der Leitung des Dartmouth College sowie der forstwissenschaftlichen Fakultät der Yale University statt und wurden vom US-Energieministerium teilfinanziert.

Die Schaffung „weißer Wüsten“ könnte die Produktivität subarktischer Ökosysteme zerstören, was sich auf Rentiere, Zugvögel und weitere Tierarten sowie auf die Pflanzen und Menschen, die von ihnen abhängen, nachteilig auswirken würde.⁷ Die Rodung der Wälder würde sich negativ auf die Regulierung des regionalen und lokalen Klimas auswirken. Auch das im Wald gespeicherte CO₂ wäre verloren. Die Befürworter/innen dieses Ansatzes räumen ein, dass ein komplexes Problemgeflecht zu lösen wäre. Den Holzunternehmen würde das Vorhaben allerdings einen Geldsegen bescheren – wenn auch einen einmaligen und befristeten.⁸



Rodungen in borealen Gebieten: mehr reflektierender Schnee – aber weniger Wald!

Wüstenabdeckung

Vor mehr als einem Jahrzehnt entwickelte der Unternehmer Alvia Gaskill seinen Plan, einen beträchtlichen Teil der weltweiten Wüsten mit weißer Polyethylen-Folie abzudecken, um so das Sonnenlicht zu reflektieren und die Oberflächentemperaturen abzusenken.⁹

Wüsten beheimaten Pflanzen, Tiere und Menschen, und das Leben in einem mit Plastik bedeckten Ökosystem ist

schwer vorstellbar. Wüstenstaub wird durch die Plastikplanen verhüllt, ist jedoch für das globale Klima von entscheidender Bedeutung, da er die Sonneneinstrahlung, die Wolkenbildung und sogar die Abkühlung der Ozeane beeinflusst.¹⁰ Kühlere Lufttemperaturen in der Wüste könnten auch unerwartete Folgen haben. Wie viele andere Geoengineering-Vertreter/innen regt auch Gaskill eine lokale Begrenzung der Projekte an, wenn zu viele politische, ökologische oder witterungsbedingte Probleme abzusehen sind (die Plastikfolie muss beispielsweise mehrere hundert Jahre lang an Ort und Stelle verbleiben). Lokal begrenzte Projekte hätten jedoch nur einen minimalen Klimaeffekt und würden weder die Kosten noch die Beeinträchtigung der Ökosysteme rechtfertigen.

Bemalen von Dächern, Straßenbelägen und Berggipfeln

Im Jahr 2010 erhielt Eduardo Gold, der Gründer der Organisation Glaciares Peru, von der Weltbank einen kleinen Förderzuschuss, um damit einen peruanischen Berggipfel weiß streichen zu können.¹¹ Das Bemalen von Berggipfeln würde sich negativ auf empfindliche Ökosysteme mitsamt ihrer Flora und Fauna auswirken, und es ist unwahrscheinlich, dass diese Idee weiter verfolgt wird. Die Erhöhung der städtischen Albedo – z. B. durch das Bemalen von Oberflächen wie Dächern, Straßenbelägen und Gehwegen mit weißer Farbe oder deren Beschichtung mit reflektierendem Material – wurde und wird von verschiedenen Forscher/innen in Betracht gezogen und modelliert. Einer von ihnen ist Hashem Akbari von der Concordia University in Montreal, der die Vergabe staatlicher Zuschüsse für das Bemalen von Dächern und Asphalt mit weißer Farbe angeregt hat.¹² Weltweit haben mehrere Initiativen die Idee aufgegriffen, darunter die Initiative CoolRoofs in New York City, die 50 Hektar

Dachfläche mit einem hellen, reflektierenden Anstrich versehen hat.¹³ Das Streichen von Dächern könnte in der Tat lokale Abkühlung schaffen. Allerdings heißt es in einem Bericht der Royal Society, dass sich „die Gesamtkosten der ‚Weiße-Dächer-Methode‘ bei einem Ausmaß von 1 % der Erdoberfläche, auf etwa 300 Milliarden USD pro Jahr belaufen würden, und dies somit eine der teuersten und uneffektivsten der angedachten Methoden wäre.“¹⁴ Wissenschaftler/innen der Stanford University verweisen darauf, dass „mit Photovoltaikmodulen bedeckte Dächer effektiver wären, weil der von ihnen erzeugte Strom verhindert, dass weitere fossile Kraftwerke benötigt werden.“¹⁵

Veränderung der Meeresalbedo

Es gibt auch Vorschläge zur Veränderung der Albedo (Reflexionsvermögen) von Wasseroberflächen und Meereswolken. Diese Ansätze werden in den Technologie-Briefings zu [Mikrobläschen / Meeresschaum](#) und zur [Aufhellung von Meereswolken](#) detailliert beschrieben.

Realitätscheck

Bisher basieren die meisten der beschriebenen Ansätze auf Modellierungsstudien. Es wurden jedoch bereits verschiedene kleinere Versuche mit reflektierenden Materialien auf Eis durchgeführt, und einige größer angelegte Versuche sind in Planung. Die Forschung zu Nutzpflanzen mit hoher Albedo steht im Einklang mit den globalen Bemühungen, die Ernährung der Weltbevölkerung technologisch zu sichern und könnte daher Beachtung und Geldgeber/innen finden. All diese Vorschläge sind sehr anschauliche Beispiele für die kurzsichtige und reduktionistische Denkungsart, die der Geoengineering-Strategie zugrunde liegt: Der immense Wert der Biodiversität wird ebenso ignoriert wie die Multifunktionalität und die Interdependenz von Ökosystemen.

Further reading

ETC Group and Heinrich Böll Foundation, "Geoengineering Map", <https://map.geoengineeringmonitor.org/>

Fußnoten

- 1 McGlynn (2017) One big reflective band-aid, in: Berkeley Engineering Blogpost, 17. Januar 2017, <http://engineering.berkeley.edu/2017/01/one-big-reflective-band-aid>
- 2 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map, <https://map.geoengineeringmonitor.org>; Field, et al. (2018) Increasing Arctic Sea Ice Albedo Using Localized Reversible Geoengineering, in *Earth's Future*, Vol. 6(6): 882 – 901, <https://doi.org/10.1029/2018EF000820>; Jay (2019) Arctic Geoengineering Experiment Is Dangerous, Lacks Community Consent: Inupiaq Organizer, in *Geoengineering Monitor*, veröffentlicht: 14. Februar 2019, <http://www.geoengineeringmonitor.org/2019/02/arctic-geoengineering-experiment-is-dangerous-lacks-community-consent-inupiaq-organizer/>
- 3 Feldmann, et al. (2019) Stabilizing the West Antarctic Ice Sheet by surface mass deposition, in *Science Advances*, Vol. 5(7), <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw4132>; Geoengineering Monitor (2019) Sacrificing Antarctica with geoengineering to save northern cities from the fossil fuel industry?, veröffentlicht: 19. Juli 2019, <http://www.geoengineeringmonitor.org/2019/07/sacrificing-antarctica-with-geoengineering-to-save-northern-cities-from-the-fossil-fuel-industry/>; ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 4 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 5 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 6 Marshall (2009) Reflective crops could soften climate change blow, in *NERC Planet Earth*, veröffentlicht: 20. Januar 2009, <http://www.nerc.ac.uk/planetearth/stories/298/>; Morton (2009) Crops that cool, in *Nature*, veröffentlicht: 15. Januar 2009, <https://doi.org/10.1038/news.2009.33>; ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 7 Lee, et al. (2011) Observed increase in local cooling effect of deforestation at higher latitudes, in *Nature*, Vol. 479: 384 – 387, <https://doi.org/10.1038/nature10588>; Yale University (2011) Deforestation causes cooling, study shows, in *Phys.org*, veröffentlicht: 16. November 2011, <https://phys.org/news/2011-11-deforestation-cooling.html>; ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 8 Swaminathan (2007) More Trees, Less Global Warming – Right? Not Exactly, in *Scientific American*, veröffentlicht: 10. April 2007, <https://www.scientificamerican.com/article/tropical-forests-cool-earth/>; Walsh (2011) How (Some) Deforestation Might Slow Warming, in: *Time*, veröffentlicht: 16. November 2011, <http://science.time.com/2011/11/16/how-some-deforestation-might-slow-warming/>
- 9 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 10 Goudie und Middleton (2006) *Desert Dust in the Global System*, veröffentlicht: Springer, ISBN-10: 3540323546, <https://www.springer.com/la/book/9783540323549>
- 11 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 12 Akbari: Publikationsverzeichnis, Concordia University, <http://concordia.academia.edu/HashemAkbari>; Biello (2014) Cool Roofs Might Be Enough to Save Cities from Climate Overheating, in *Scientific American*, veröffentlicht: 14. Februar 2014, <https://www.scientificamerican.com/article/cool-roofs-might-be-enough-to-save-cities-from-climate-overheating/>
- 13 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)
- 14 The Royal Society (2009) *Geoengineering the climate: Science, governance and uncertainty*, ISBN: 978-0-85403-773-5, https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/publications/2009/8693.pdf
- 15 Biello (2014)