

# HANDBREMSE FÜR DEN KLIMAWANDEL?

TEXT, GRAFIK: SARAH ARNOLD | FOTO: NASA GODDARD

**Dem Klimawandel mit grosstechnischen Verfahren begegnen, das ist die Stossrichtung des Geo-engineerings. Der Ideenkatalog ist lang – von Spiegeln im Weltall bis zur Düngung der Meere. Wie realistisch sind solche Interventionen?**

**D**as Klimaübereinkommen von Paris im Jahr 2015 will die globale Erwärmung unter 2 Grad, besser unter 1.5 Grad Celsius halten gegenüber vorindustrieller Zeit. Konkrete Pläne, wie das zu schaffen sei, stehen auf einem anderen Blatt. Tatsache ist, dass ohne radikalen Wandel die 2-Grad-Marke schon in wenigen Jahrzehnten geknackt wird. Derzeit stösst die Weltgemeinschaft 36 Gigatonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr aus. Die vom Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC begutachteten Szenarien rechnen fast alle auch «negative Emissionen» mit ein, ohne die die angestrebten Ziele kaum zu schaffen sind. Dahinter steckt nichts anderes als der Einsatz von «Geoengineering», also von technischen Eingriffen ins Klimasystem.

## ZWEI ANSÄTZE

Es gibt zwei grundsätzlich unterschiedliche Typen von «Geoengineering»: Entweder wird CO<sub>2</sub> aus der Luft entfernt (Carbon Dioxide Removal CDR) oder die Sonnenstrahlung von der Erde abgeschirmt (Solar Radiation Management SRM). Bei Letzterem kämen etwa Sonnenschirme im All, künstlich aufgehellte Wolken oder reflektierende Partikel in der Stratosphäre zum Einsatz, um die Sonneneinstrahlung zu mindern. Das CO<sub>2</sub> bliebe aber bei allen SRM-Methoden in der Luft, sodass die Ursache des Klimawandels nicht behoben, sondern nur symptomatisch die Erwärmung reguliert würde. Weitere Folgen des Klimawandels, wie die Versauerung der Meere oder die Veränderungen im Wasserkreislauf würden nicht bekämpft. Anders verhält es sich bei den CDR-Methoden, bei denen es darum geht, den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft zu verringern und damit zu beheben, was wir uns eingebrockt haben. Dies sollen beispielsweise Anlagen bewerkstelligen, die CO<sub>2</sub> aus der Luft einfangen, welches dann im Untergrund gespeichert würde. Auch in Frage käme, Flächen in grossem Stil aufzuforssten oder Ozeane zu düngen, um auf biologischem Wege CO<sub>2</sub> aus der Luft zu binden.

## DIE KRUX AN DER SACHE

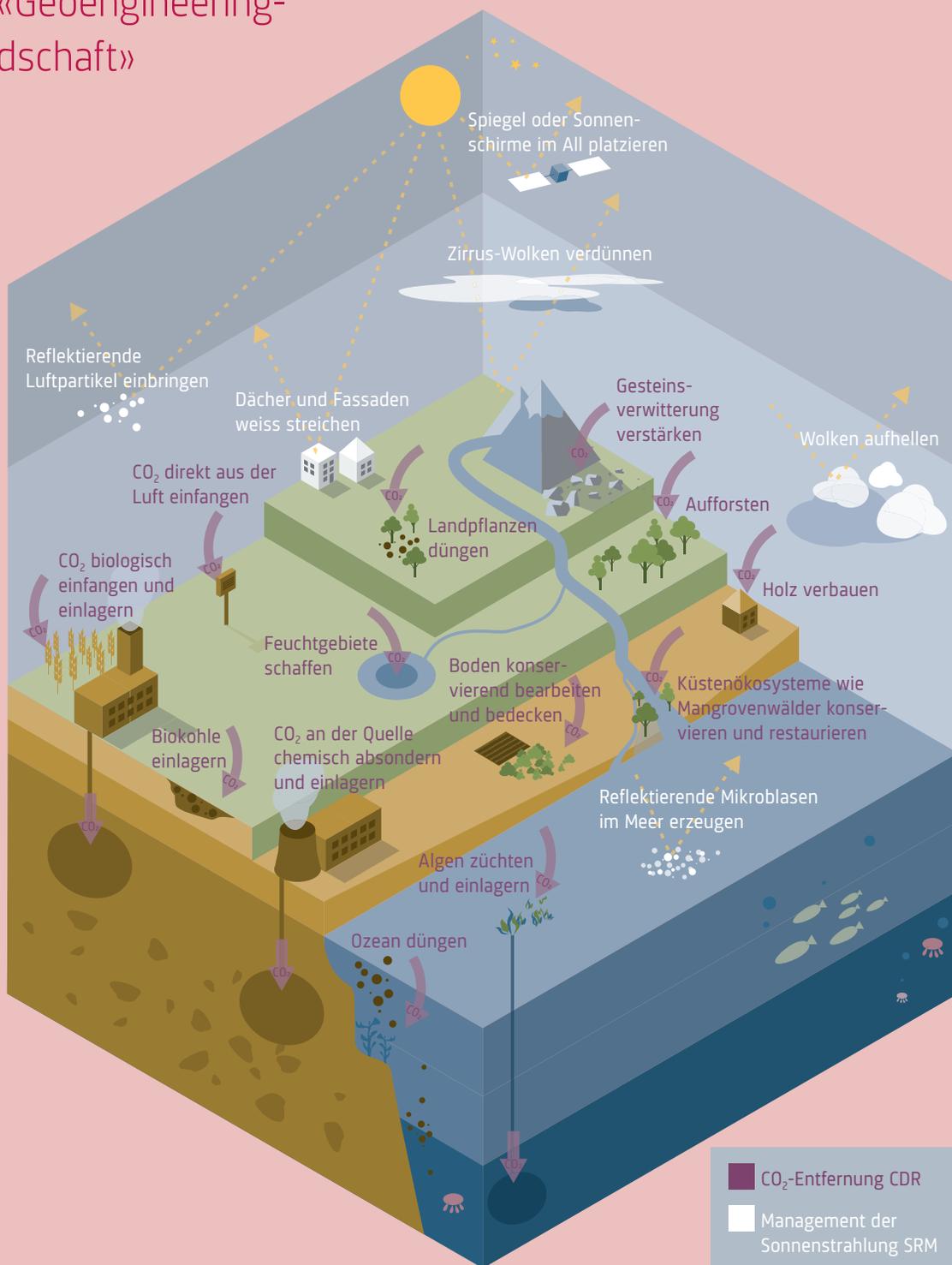
Den Verfahren, egal ob CDR oder SRM, ist eines gemein: Ihre Anwendung, vor allem auf globalem Massstab, ist bis heute meist wenig erforscht und in der Entwicklung Jahrzehnte von einem breiten Einsatz in der Praxis entfernt. Die völlig neue Grössenskala, auf der die Verfahren ihre Wirkung entfalten sollen, macht es schwierig, die tatsächliche Wirksamkeit und vor allem die Nebeneffekte vorherzusehen.

Insbesondere der Eingriff in den Strahlungshaushalt der Erde durch SRM bringt ungewisse Nebenwirkungen auf das Klimasystem mit sich. Forschung im Feld für SRM-Methoden ist schwierig, denn grossräumige Feldversuche kommen dem tatsächlichen Einsatz der



Ein solcher Ballon, wie ihn etwa die NASA zu Forschungszwecken verwendet, könnte auch für SRM-Experimente in der Stratosphäre zum Einsatz kommen.

# Die «Geoengineering-Landschaft»



PROCLIM FLASH  
NO 69 NOVEMBER 2018

## FAKTENBLATT

Emissionen rückgängig machen oder die Sonneneinstrahlung beeinflussen: Ist «Geoengineering» sinnvoll, überhaupt machbar und, wenn ja, zu welchem Preis?

Diesen Herbst hat ProClim ein Faktenblatt zum Thema «Geoengineering» herausgegeben. Informationen über die Technologien sind derzeit gefragt, denn auch in allen verfügbaren und von der Wissenschaft verwendeten Szenarien sind negative Emissionen fester Bestandteil in der Erreichung des 2-Grad-Ziels. Im Faltblatt werden die möglichen Potenziale, Risiken, Kosten und der Entwicklungsstand der einzelnen Methoden beleuchtet.

Bundesrat Ignazio Cassis bedankt sich in einem persönlichen Brief für das Faktenblatt: «In der Tat ist das aussagekräftige Faktenblatt der Akademien der Wissenschaften für unsere Arbeit ausgesprochen nützlich. Meine Mitarbeitenden werden hierzu mit Ihnen und den Akademien der Wissenschaften gerne Kontakt aufnehmen.»

Das Faktenblatt kann als pdf heruntergeladen oder in gedruckter Form bei ProClim bezogen werden.

KONTAKT  
 [proclim@scnat.ch](mailto:proclim@scnat.ch)

DOWNLOAD  
 [proclim.ch/id/hWSRV](http://proclim.ch/id/hWSRV)

Technologie gleich. Ein rascher Ausstieg aus einem Dauereinsatz ist überdies gefährlich, liesse er doch die Erwärmung sprunghaft hochschnellen. Ein Szenario, das Mensch und Umwelt hart treffen könnte. Also müsste das Management der Sonneneinstrahlung langfristig und über viele Generationen sichergestellt werden. Technisch bereits möglich im Bereich SRM wäre zum Beispiel das Ausbringen von Aerosolen in die obere Atmosphäre. Die Wirkung käme der eines grossen Vulkanausbruchs nahe, durch den Luftpartikel die Sonne verdunkeln und damit die Erde abkühlen. Selbige Partikel würden aber auch die Ozonschicht angreifen und – was uns natürliche Vulkanausbrüche schon lehrten – zusätzliche regional unterschiedliche Effekte verursachen. Der Vulkanausbruch von Tambora 1815 veränderte in vielen Teilen der Welt markant das Wetter und löste in Europa Hungersnöte aus. Solche regionalen Klimaänderungen müssten auch beim Einsatz von SRM erwartet werden. Wie aber findet man einen Ausgleich zwischen Gewinner- und Verlierer-Regionen einer solchen Massnahme? Ein weiteres Problem: Die Technologien, insbesondere CDR, verbrauchen Ressourcen. Neben Geld und grossen Energiemengen bräuchten einige beispielsweise Boden und Wasser, um etwa grossflächig aufzuforsten oder Felder für die Bioenergieproduktion mit CO<sub>2</sub>-Entnahme (BECCS) bereitzustellen. Um das Weltklima tatsächlich zu beeinflussen, wären gewaltige Landflächen vonnöten, um die bereits heute für Landwirtschaft, Naturschutz und Siedlungsraum gerangelt wird.

Während die angestrebte globale Wirkung vieler dieser Technologien eher angezweifelt wird, zeichnen sich die Nebenwirkungen auf die lokale Umwelt sehr manifest ab. Eine Düngung des Ozeans mit Eisen, Phosphat oder Stickstoff griffe zweifelsfrei in das Meeresökosystem ein; Gesteinspulver für die künstliche Verwitterungsbeschleunigung verringerte den Säuregehalt im Boden und Wasser und setzte Schwermetalle frei; alles zusätzlich vom Meer aufgenommene CO<sub>2</sub> – worauf viele CDR-Technologien abzielen – trüge zur Ozeanversauerung bei.

## WERDEN CDR UND SRM REALITÄT?

CDR und SRM sind kein Zug, auf den wir schnell aufspringen können. Es stehen noch nicht einmal die Gleise – ein rechtlicher Rahmen, internationale Koordination, öffentliche Akzeptanz und ethische Richtlinien. Allen Vorbehalten zum Trotz erscheinen vor allem einzelne CDR-Massnahmen (zum Beispiel BECCS) im Massnahmenkatalog vieler Emissionsszenarien und werden somit als reale Möglichkeit gewertet. In Anbetracht der Dringlichkeit und Grössenskala des Klimaproblems sind die Minderungsmaßnahmen aber immer noch der effizientere und sicherere Weg in eine klimaverträgliche Welt. ■

## DIE GRÖSSENORDNUNG DES VORHABENS – ZWEI BEISPIELE

### MIT SCHWEFEL KÜHLEN

8 Mio. Tonnen pro Jahr



Um das Klima um ein Grad Celsius abzukühlen, müssten wohl etwa acht Millionen Tonnen Schwefel pro Jahr in die Stratosphäre eingebracht werden. Ohne zusätzliche Minderung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft müsste diese Massnahme über mehrere Tausend Jahre hinweg aufrechterhalten werden.

### CO<sub>2</sub> AUS DER LUFT EINFANGEN

15000 km<sup>2</sup> für Anlagen

Um zehn Gigatonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr, also etwa einen Drittel der jährlichen Emissionen, mit chemischer Kohlenstofffilterung (Air Capture) aus der Luft abzuscheiden, würde für das aktuell diskutierte Design der Filteranlagen eine Landfläche von 15 000 Quadratkilometern gebraucht. Zum Vergleich erstrecken sich die meisten heutigen Offshore-Windparks auf einer Fläche von jeweils unter 100 Quadratkilometern.



## UN FREIN À MAIN POUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

La géoingénierie vise à lutter contre le changement climatique au moyen de processus techniques à grande échelle. Fondamentalement, il y a deux approches : soit le CO<sub>2</sub> est éliminé de l'air (par exemple directement par des processus chimiques ou par boisement, là où les plantes stockent le CO<sub>2</sub>), soit le rayonnement solaire est protégé de la terre, par exemple par des parasols dans l'espace ou des particules réfléchissantes dans l'air.

Toutefois, la plupart des procédures ne sont pas encore praticables. Le fait de perturber le bilan radiatif de la Terre en la protégeant du rayonnement solaire pose des risques majeurs pour le système climatique. Les technologies utilisées pour éliminer le CO<sub>2</sub> posent également problème : elles consomment souvent beaucoup de ressources, d'argent et souvent de grandes quantités d'énergie, ainsi que du sol et de l'eau. Les deux approches peuvent causer des problèmes environnementaux locaux et souffrent de plusieurs manques: de cadre juridique, d'une coordination internationale, de l'acceptation du public et de directives éthiques. Compte tenu de l'urgence et de l'ampleur du problème climatique, les mesures d'atténuation restent le moyen le plus efficace et le plus sûr de parvenir à un monde respectueux du climat.

### REFERENZEN

Akademien der Wissenschaften Schweiz (2018) Emissionen rückgängig machen oder die Sonneneinstrahlung beeinflussen: Ist «Geoengineering» sinnvoll, überhaupt machbar und, wenn ja, zu welchem Preis? Swiss Academies Factsheets 13 (4).

Rickels W, Klepper G, Dovern J, Betz G, Brachatzek N, Cacean S, Güssow K, Heintzenberg J, Hiller S, Hoose C, Leisner T, Oeschles A, Platt U, Proelss A, Renn O, Schäfer S, Zürn M (2011) Gezielte Eingriffe in das Klima? Eine Bestandsaufnahme der Debatte zu Climate Engineering. Sondierungsstudie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Klaus Jacob (2017) Operation Klima. Artikel im bild der wissenschaft, Konradin Medien GmbH, Ausgabe Nummer 6 2017