

# Mitteilungen DMG 01 | 2017

## Ruhe nach dem Sturm

*Der 1250 m hohe Vulkan Augustine, etwa 300 km südwestlich von Anchorage gelegen, ist einer der aktivsten Vulkane von Alaska. Von Mitte Januar bis Mitte März 2006 kam es wiederholt zu starken Eruptionen, deren Aschewolken zum Teil 14 km Höhe erreichten. Am Ende dieser Periode zeigte sich Augustine deutlich beruhigt und formte an einem windschwachen Tag mit seinem Rauch eine ringförmige Wolke in der Inversionsschicht. © Cyrus Read, U.S. Geological Survey, 27. März 2006.*



# Stellungnahme zum Climate Engineering

## Vorbemerkung zur Stellungnahme zum Climate Engineering:

In Zusammenhang mit der anhaltenden Klimaänderung werden schon seit einiger Zeit Möglichkeiten gesucht, die globale Temperaturzunahme mit Hilfe technischer Mittel zu reduzieren. Das sogenannte „Climate Engineering“ wird heute nicht nur unter Wissenschaftlern, sondern auch von Politikern diskutiert und von einzelnen Regierungen ernsthaft in Erwägung gezogen. Auch die DMG wurde auf dieses Thema angesprochen. Der Vorstand hat deshalb vier renommierte, in diesem Forschungsbereich tätige Professoren gebeten, zu diesem Thema Stellung zu nehmen.

Johannes Quaas, Universität Leipzig, Peter Braesicke und Thomas Leisner,  
Karlsruher Institut für Technologie,  
Bernhard Mayer, Ludwig-Maximilians-Universität München

Die Vertragsstaaten der Rahmenkonvention der Vereinten Nationen zum Klimawandel (COP – UNFCCC) haben beschlossen, den Anstieg der globalen Mitteltemperatur gegenüber vorindustriellem Niveau auf 2 °C zu begrenzen<sup>1</sup>. Allerdings zeichnen sich bislang noch keine Maßnahmen zur substantiellen Reduktion der Kohlendioxidemissionen ab, die geeignet wären, eine höhere Erwärmung auszuschließen<sup>2</sup>. Fast alle Szenarien, die dieses Ziel mit einiger Wahrscheinlichkeit erreichen könnten<sup>3</sup>, gehen von sogenannten „negativen Emissionen“ aus, schlagen also vor, Kohlendioxid wieder aus der Erdatmosphäre zu entfernen<sup>4</sup>. Darüber hinaus wird diskutiert, inwiefern alternativ oder zusätzlich technische Maßnahmen zur Reduktion der Erderwärmung durch Abschwächung der solaren Einstrahlung („Solar Radiation Management“, SRM) ergriffen werden könnten<sup>5</sup>.

Aus rein meteorologischer Sicht wäre wenig gegen die CO<sub>2</sub>-Reduktion einzuwenden, die nach derzeitigem Stand der Wissenschaft das Klima nicht unvorhergesehen negativ beeinflussen würde. Allerdings existiert hierbei das Problem der Lagerung<sup>6</sup>.

Diese Stellungnahme beschäftigt sich ausschließlich mit dem SRM-Ansatz. Hier sind mehrere Verfahren vorgeschlagen worden<sup>7</sup>. So würden ein Einbringen von Aerosol-Partikeln in die Stratosphäre, die Installation von Spiegeln oder das Aufhellen etwa von Dächern die den Erdboden erreichende Solarstrahlung reduzieren. Auch das Impfen von marinen Grenzschichtwolken mit zusätzlichen Kondensationskeimen würde voraussichtlich dazu führen, dass mehr Sonnenlicht ins Weltall zurückreflektiert würde. Impfen von dünnen Zirruswolken dagegen könnte den Treibhauseffekt der Wolken reduzieren und so zu einer relativen Abkühlung führen. All diese Methoden würden nicht bei der Behebung der Ursachen ansetzen, sondern andere Komponenten des Klimasystems verändern, um die globale Mitteltemperatur zu reduzieren. Diese Veränderungen könnten überraschende Konsequenzen haben.

Es ist wichtig anzuerkennen, dass es nach wie vor große Unsicherheiten im wissenschaftlichen Verständnis der Wechselwirkung von Aerosolen mit Strahlung und insbesondere mit Wolken und deren Einfluss auf die Strahlungsbilanz gibt. Dies ist der Komplexität der Wolkenprozesse und ihrer Wechselwirkung mit dem Strahlungshaushalt geschuldet<sup>8</sup>. Auch gibt es durch zahlreiche Rückkopplungen im Klimasystem das Risiko weiterer Klimaänderungen, die mit Modellen bisher nur unzureichend erforscht sind. Ausdrücklich beschäftigen wir uns hier nicht mit der Frage, wer

die „Hand am Thermostat“ haben sollte (Recht, Ethik, Politik, Gesellschaft spielen hierbei eine wichtige Rolle).

Zusammenfassend möchten wir zwei Punkte hervorheben:

1. Von einer **Durchführung** von SRM in absehbarer Zukunft wird aufgrund der sehr großen Unsicherheiten dringend abgeraten. Um das 2 °C-Ziel nicht mit großer Wahrscheinlichkeit zu verfehlen, sollten vielmehr alle Anstrengungen unternommen werden, die Emissionen von Treibhausgasen in wenigen Jahren weltweit sehr stark zu reduzieren.

2. Da nicht auszuschließen ist, dass die anthropogen verursachten Klimaänderungen unerwartet starke Folgen haben könnten, wird für die Bewertung der Argumente für und wider<sup>9</sup> Forschung zu Climate Engineering geraten, öffentliche, transparente **Grundlagenforschung** zum Climate Engineering mithilfe von SRM zu berücksichtigen. Für Feldexperimente zum Climate Engineering wird derzeit kein Anlass gesehen, da für die fehlenden Erkenntnisse vielmehr zunächst Beobachtungen der natürlichen Variabilitäten in Kombination mit Simulationen ausgenutzt werden könnten.

### Referenzen

<sup>1</sup>Das Abkommen der 21. Konferenz der Teilnehmerstaaten der Klimawandelkonvention der Vereinten Nationen ist online verfügbar unter <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>

<sup>2</sup>QUAAS, J.: Das 2 °C-Ziel des Pariser Klimaabkommens und die Unsicherheit in der Quantifizierung der Klimasensitivität, Mitteilungen DMG, 2/2016, pp. 6-7.

<sup>3</sup>CLARKE, L. et al.: In Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change (EDENHOFER, O., et al., Eds) Ch. 6 (Cambridge Univ. Press).

<sup>4</sup>FUSS, S., et al. (2014): COMMENTARY: Betting on negative emissions. Nature Climate Change 4(10): 850-853.

<sup>5</sup>KRAVITZ, B. et al. (2011): The Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP). Atmospheric Science Letters 12(2): 162-167.

<sup>6</sup>SMITH, P. et al. (2016): Biophysical and economic limits to negative CO<sub>2</sub> emissions. Nature Climate Change 6: 42-50.

<sup>7</sup>Für eine Übersicht siehe das Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft, [www.spp-climate-engineering.de](http://www.spp-climate-engineering.de)

<sup>8</sup>Eine Übersicht hierzu bietet das 7. Kapitel „Clouds and Aerosols“ des fünften bewertenden Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC AR5, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

<sup>9</sup>Zu den Argumenten gegen Forschung zum SRM siehe QUAAAS et al., JEEM 2017.



# Erläuterungen zum Begriff „Climate Engineering“

Dieter Etling

Der Begriff „Climate Engineering“ bedeutet wörtlich übersetzt „Klimatechnik“. Darunter würde man den Bereich der Klimaanlage verstehen, mit denen ja das Gebäudeklima (Lufttemperatur und Luftfeuchte in Räumen) geregelt werden kann. Hier ist mit „Climate“ aber der meteorologische Begriff Klima gemeint und „Engineering“ bezieht sich auf technische Maßnahmen, um das Klima außerhalb von Gebäuden zu beeinflussen. An sich ist uns das geläufig. Ein künstlicher Stausee beeinflusst das Mikroklima in seiner Umgebung, das Stadtklima wird durch Maßnahmen zur innerstädtischen Begrünung oder durch die Anlage von Frischluftschneisen modifiziert. Das in der umseitigen Stellungnahme von Quaas et al. angesprochene „Climate Engineering“ (CE) bezieht sich aber auf das globale Klima.

Demzufolge versteht man unter CE die Anwendung großtechnischer Maßnahmen zur Beeinflussung unseres Klimasystems. In der aktuellen Diskussion hierzu geht es um die Verhinderung eines weiteren Anstiegs der globalen Lufttemperatur. Dazu werden zwei generelle Maßnahmen vorgeschlagen. Zum einen soll die Konzentration von  $\text{CO}_2$  in der Atmosphäre durch verschiedene Methoden verringert werden, welche unter dem Schlagwort „Carbon Dioxid Removal“ (CDR) zusammengefasst werden. Zum anderen werden hierzu Technologien zur Reduktion der solaren Einstrahlung vorgeschlagen, die unter dem Begriff „Solar Radiation Management“ (SRM) oder auch „Radiation Management“ (RM) firmieren. Beispiele zur Umsetzung dieser technischen Maßnahmen sind vereinfacht in der Abbildung „Climate Engineering“ dargestellt.

Da „Climate Engineering“ weit über die Dimensionen der schon bisher gehandhabten Wettermodifikation (z. B. durch Wolkenimpfung) hinausgeht, sowohl in der räumlichen und zeitlichen Dimension als auch in der gesellschaftlichen und politischen Tragweite, befassen sich Institutionen weltweit mit dieser Problematik. In Deutschland fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) seit 2013 das Schwerpunktprogramm „Climate Engineering: Risks, Challenges, Opportunities?“, an dem insgesamt 16 Universitäten und Forschungseinrichtungen mit verschiedenen Fachrichtungen beteiligt sind, darunter sechs Institute aus den Atmosphärenwissenschaften. Genauere Informationen zu Inhalt des Forschungsprogramms und den beteiligten Institutionen können der Homepage des SPP unter [www.spp-climate-engineering.de](http://www.spp-climate-engineering.de) entnommen werden.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat eine „Sondierungsstudie Climate Engineering“ gefördert, in der ein Autorenteam (W. RICKELS et al., 2011) unter dem Titel „Gezielte Eingriffe in das Klima: Eine Bestandsaufnahme der Debatte zu Climate Engineering“ auf 189 Seiten verschiedene Aspekte dieser Problematik anspricht. Diese Studie ist frei verfügbar unter:

[www.kiel-earth-institute.de/sondierungsstudie-climate-engineering.html](http://www.kiel-earth-institute.de/sondierungsstudie-climate-engineering.html).

Ein 48 Seiten umfassender Bericht des Umweltbundesamt (UBA) zum etwas weiter gefassten Begriff „Geo Engineering“ von H. Ginsky et al. (2011) unter dem Titel „Geo Engineering: Wirksamer Klimaschutz oder Größenwahn?“ ist unter

[www.umweltbundesamt.de/publikationen/geo-engineering-wirksamer-klimaschutz-groessenwahn](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/geo-engineering-wirksamer-klimaschutz-groessenwahn) abrufbar.

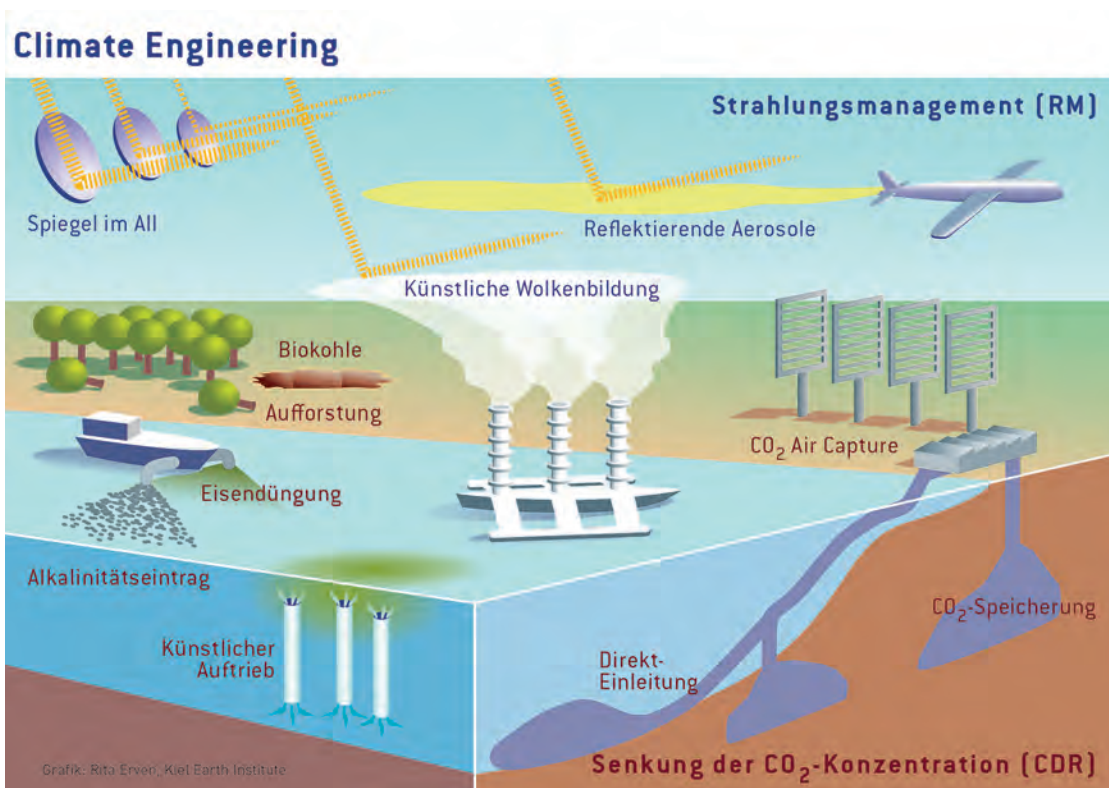


Abb.: Verschiedene technische Möglichkeiten für das Strahlungsmanagement (RM) und die Senkung der  $\text{CO}_2$ -Konzentration (CDR) im Rahmen von Climate Engineering (© Rita Erven, Kiel Earth Institute).