

\_\_\_ Pat Mooney: Zivilgesellschaftlicher Protest gegen die vermeintliche Wunderlösung \_\_\_  
\_\_\_\_\_ Konrad Ott: Eine Frage der Ethik \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Nadja Ziebarth: Die ökologischen Dimensionen des Geo-Engineering \_\_\_\_\_

# politische ökologie<sup>120</sup>

## Geo-Engineering

Notwendiger Plan B gegen den Klimawandel?



Juli 10\_28. Jahrgang\_ 14,90 Euro\_26,90 sFr.\_ISSN 0933-5722\_ ISBN 978-3-86581-226-1\_B 8400 F



# Geo-Engineering

Notwendiger Plan B gegen den Klimawandel?

## Partikel

### 6 Einstiege

#### 11 Der Planet und die Chemotherapie

Debatte um großtechnologische Eingriffe in das Erdsystem

*Von Wolfgang Pomrehn*

## Auf CO<sub>2</sub>-Jagd

### 16 Von Regenmachern und Klimaklempnern

Geschichte des Geo-Engineering

*Von Thilo Wiertz*

### 19 Aus der Luft geholt

Methoden des Geo-Engineering I:

Kohlenstoff-Sequestrierung

*Von Andreas Oschlies*

### 23 Der Sonne entgegen

Methoden des Geo-Engineering II:

Sonneneinstrahlungs-Management

*Von Ulrike Lohmann*

### 27 Klar ist nur die Unklarheit

Die sozio-ökonomischen Dimensionen des Geo-Engineering

*Von Dirk Scheer und Ortwin Renn*

### 30 Die Technik allein wird's nicht richten

Die ökologischen Dimensionen des Geo-Engineering

*Von Nadja Ziebarth*

## Kollateralschäden

### 34 Rechnung mit vielen Unbekannten

Geo-Engineering-Forschung

*Von Ulrike Potzel*

### 37 Der Einsatz steigt

Globale Risiken

*Von Armin Grunwald*

CO<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> CO<sub>2</sub>  
CO<sub>2</sub> CO<sub>2</sub>  
CO<sub>2</sub>





**40 Die letzte Versuchung**

Eine ethische Betrachtung von  
Geo-Engineering  
Von Konrad Ott

**43 Wer darf am Thermostat drehen?**

Der rechtliche Rahmen von Geo-Engineering  
Von Ralph Bodle und R. Andreas Kraemer

**48 „Es gibt keine einfache grandiose Lösung, sondern nur Millionen kleine Lösungen auf der ganzen Welt“**

Geo-Engineering und Zivilgesellschaft  
Ein Interview mit Pat Mooney

**Impulse**

50 Projekte und Konzepte

53 Medien

**Spektrum Nachhaltigkeit**

**56 Bewegung unter der Oberfläche**

Ein möglicher Weg von  
Kopenhagen nach Cancún  
Von Nicola Franke und Jörg Haas

**58 Mehr Ökokratie wagen!**

Ein Ausweg aus der multiplen Krise  
Von Bernhard Pötter

**60 Elektromobilität im Sinne aller**

Elektrifizierte Antriebe und Gerechtigkeit  
Von Michael Schwingshackl

**62 Von wegen objektiv und rational**

Kritik an der Klimaökonomik  
Von Felix Ekardt

**64 Erfolgsmodell mit Grenzen**

Die Ökodesign-Richtlinie und ihre  
Erweiterung  
Von Lena Tholen und Wolfgang Irrek

**Teil 5**  
zu den  
internationalen  
Klimaverhandlungen

**Gewinnerbeiträge des oekom-Wettbewerbs  
„Schritte in eine nachhaltige Zukunft“**

**66 Eine kleine Geschichte  
der Ökosteuerung**

Von Jörn-Peter Boll, Henrik Manthey  
und Barbra Ruben

**68 Pocket Power – Energieerzeugung  
im Hosentaschenformat**

Von Saskia Brauer

**70 „Technologien“ – Glauben Sie nicht  
alles, was Sie hören**

Von Anja Abicht, Tina Teucher und  
Frederike Wagner

**Rubriken**

3 Editorial

72 Reaktionen

73 Vorschau/Impressum

## Geschichte des Geo-Engineering

# Von Regenmachern und Klimaklempnern

Von Thilo Wiertz

**Schon im 19. Jahrhundert hoffte man, Wetter und Klima mit technischen Mitteln zu kontrollieren. Später interessierten sich vor allem Landwirtschaft und Militär fürs Regenmachen. Danach verschwand das Thema im wissenschaftlichen Abseits – bis ein Tabu brechender Aufsatz Geo-Engineering zur Klimaschutzstrategie erhob.**

Paul Crutzen argumentiert in einem Aufsatz aus dem Jahr 2006, Schwefel – mit Ballons, Flugzeugen oder Artilleriegeschützen in der Stratosphäre verteilt – könne den Temperaturanstieg bremsen. (1) Seither haben Vorschläge für großräumige Eingriffe in das Klimasystem mit technologischen Mitteln Konjunktur. Entweder, so die Hoffnung, ließe sich ein wenig Sonnenlicht abschirmen oder Kohlendioxid in großen Mengen aus der Atmosphäre binden, um den Planeten zu kühlen.

**Der Traum vom künstlichen Wetter** Idee und Hoffnung, mit technischen Mitteln Wetter und Klima zu kontrollieren, sind jedoch nicht neu. Die aktuelle Diskussion ist, so sieht es der Wissenschaftshistoriker James Fleming, ein dritter Zyklus in der Geschichte der Wetter- und Klima-

manipulation, die bis in das 19. Jahrhundert zurück reicht. (2) Dabei sind die Ideen keineswegs als Flausen einiger Forscher abzutun, sie fußen auf Theorien von Wissenschaftlern, die in ihrer jeweiligen Zeit durchaus Ansehen genossen. Als erster amerikanischer Wetteringenieur gilt James Espy, der die Atmosphäre als große Wärmemaschine sah – eine Theorie, die in seinem akademischen Umfeld Anklang fand – und folgerte, dass große Feuer Regen auslösen würden. Der Politik entging die Bedeutung dieser Theorie nicht: 50.000 US-Dollar bot man Espy im Jahr 1839 an, sollte er es schaffen, den Ohio River von Pittsburgh bis zum Mississippi über den Sommer hinweg schiffbar zu machen. Espys Versuche eines experimentellen Nachweises misslangen jedoch. Noch eine weitere Theorie war in dieser ersten Run-

— Kann ein Vulkanausbruch die globale Erwärmung aufhalten? Im Jahr 1991 brach auf den Philippinen der Pinatubo-Vulkan aus. Wissenschaftliche Beobachtungsnetze ermöglichten nicht nur eine Vorhersage der Eruption, sondern auch eine Aufzeichnung ihrer global-klimatischen Folgen: Rund zehn Millionen Tonnen Schwefel katapultierte der Pinatubo in die Stratosphäre und senkte die globalen Oberflächentemperaturen im Folgejahr um ein halbes Grad. Ließe sich dieser Effekt nachahmen, um die anthropogene Erwärmung des Planeten aufzuhalten? Der Ingenieur und Nobelpreisträger



— Das US-Militär versuchte im Vietnamkrieg, Wolken künstlich zum Abregnen zu bringen. Nicht zum Regenmachen, sondern um die Bildung großer gefährlicher Hagelkörner zu verhindern, impfen sogenannte Hagelflieger im Sommer die bayerischen Wolken mit einem Silber-Aceton-Gemisch.

de der Wetterbeeinflussung laut Fleming populär, wenn auch ebenso zum Scheitern verurteilt: Versuche, durch Explosionen im Himmel Wolken und Regen zu produzieren, inspirierten Frank Wigglesworth Clarke 1891 zu seinem Gedicht „An Ode to Pluviculture“.

Wachsende Technologie-Euphorie im 20. Jahrhundert löste erneut Optimismus unter den Wettermachern aus, besonders dank einer Entdeckung aus dem Umfeld des Wissenschaftlers Irving Langmuir: Künstliche Kondensationskeime aus Silberiodid, so der Forscher, ließen die Tropfchenanzahl in bestehenden Wolken förmlich explodieren, Niederschläge seien die Folge. Neben der Landwirtschaft zeigte sich das Militär interessiert. Eine geheime Mission der Vereinigten Staaten, „Operation Popeye“, sollte dem US-Militär gar zu einem strategischen Vorteil im Vietnamkrieg verhelfen. Über fünf Jahre versuchte man, durch künstliche Niederschläge den Ho-Chi-Minh-Pass als Transportroute zu schwächen. Nicht zuletzt die Enthüllung der Mission durch die Medien in den frühen 1970er-Jahren schürte allerdings die Sorge vor einem Wettrennen um wetter- und umweltverändernde Technologien zwischen den USA und der Sowjetunion. Unter dem Dach der Vereinten Nationen unterzeichneten 1978 daraufhin 47 Staaten ein Umweltkriegsübereinkommen, das eine militärische oder sonstige feindselige Nutzung umweltverändernder Techniken verbietet (vgl. S. 43 ff.). Zu zivilen Zwecken wird Wolkenimpfung bis heute betrieben – den wissenschaftlichen Nachweis über die Effektivität sind die „Regenmacher“ bislang jedoch schuldig geblieben.

### Zwischen Fiktion, Wissenschaft und Klimapolitik

Die Idee einer globalen Klimaveränderung reicht mindestens bis in die 1960er-Jahre zurück. Die russischen Autoren Nikolai Petrovich Rusin und Liya Abramovna Flit sammelten in ihrem Buch „Mensch gegen Klima“ unterschiedlichste Vorschläge: So könne beispielsweise ein Ring aus Metallteilchen um die Erde, dem Saturn nachempfunden, Sonnenlicht in höhere Breiten

streuen und für gemäßigte Temperaturen in Sibirien sorgen.

Ein Bericht von 1965 an den damaligen US-Präsidenten Lyndon B. Johnson griff wissenschaftliche Befürchtungen einer globalen Erwärmung auf und diskutierte ausschließlich technologische Gegenmaßnahmen: Reflektierende Partikel, die auf der Meeresoberfläche schwimmen, könnten demnach Sonnenlicht abschirmen und einen Temperaturanstieg verhindern. Den Begriff „Geo-Engineering“ verwendete erstmals der renommierte italienische Physiker Cesare Marchetti. In seinem Aufsatz „On Geo-Engineering and the CO<sub>2</sub> Problem“ von 1976 argumentierte er, Kohlendioxid ließe sich bei der Energiegewinnung abscheiden und in geologischen Lagerstätten oder der Tiefsee speichern. (3) Diese Form der Kohlenstoffsequestrierung wird derzeit an Kraftwerken erprobt und gilt manchen als eine Schlüsseltechnologie gegen den Klimawandel.

In der internationalen Diskussion um Strategien gegen den anthropogenen Klimawandel fand Geo-Engineering lange Zeit kaum Beachtung – Crutzens Veröffentlichung von 2006 brach mit einem Tabu in Politik und Wissenschaft. Doch was ist neu an der aktuellen Debatte, die jüngst das britische und amerikanische Parlament beschäftigte, gefolgt von einer Reihe von Nebenveranstaltungen auf dem Klimagipfel in Kopenhagen? Markiert sie lediglich eine weitere Runde technologischer Allmachtsfantasien, im Anschluss an frühere Versuche der Wetterveränderung? Ein Unterschied liegt im Gegenstand der Betrachtung: Klimaveränderungen vollziehen sich per Definition über Zeiträume von Jahrzehnten, während eine Wettermanipulation kurzfristige und lokale Veränderungen im Zustand der Atmosphäre impliziert. Klimawandel – gewollt oder ungewollt – wirft generationenübergreifende Fragen auf und ist insofern eine Herausforderung für die Politik, die in kürzeren Zeitskalen zu handeln gewohnt ist. Was Geo-Engineering zu einem kontroversen Thema macht, ist jedoch vor allem die räumliche Dimension: Das Präfix „Geo“ markiert die globale Perspektive, auf der

## Ermittlungen in Sachen Klima

Zwei Jahre lang reiste der Journalist Bernhard Pötter um die Erde, um Spuren im globalen Kriminalfall Klimawandel zu sichern. Er beschreibt Menschen und Länder, Unternehmen und Institutionen, die für den Klimawandel verantwortlich sind, an ihm kräftig verdienen oder eine Lösung anzubieten haben, und andere, die schuld- und machtlos unter ihm leiden. Ein politisches Buch – spannender als jeder Krimi.

B. Pötter

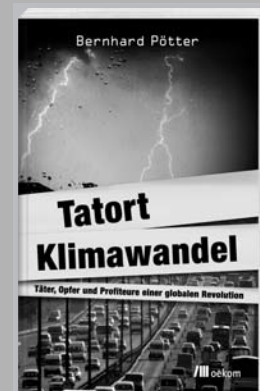
### Tatort Klimawandel Täter, Opfer und Profiteure einer globalen Revolution

264 Seiten, 19,90 EUR  
ISBN 978-3-86581-121-9



Die guten Seiten der Zukunft

Erhältlich bei [www.oekom.de](http://www.oekom.de)  
[kontakt@oekom.de](mailto:kontakt@oekom.de)





### Womit heben Sie die Welt aus den Angeln?

Ich klettere. Die Felswand schiebe ich an dünnen Kanten und unbequemen Griffen an mir vorbei. Während ich die Welt nach unten drücke, zieht die Schwerkraft sie nach oben. Auf lange Sicht gewinnt sie immer.

### Zum Autor

Thilo Wiertz, geb. 1982, studierte Geografie, Ökonomie und Umweltp Physik. Seit 2009 ist er Stipendiat des Marsilius-Projekts „Global Governance of Climate Engineering“ an der Universität Heidelberg. In seiner Dissertation untersucht er die Prinzipien und Machtstrukturen in der internationalen Klimapolitik und im Diskurs um Geoengineering.

### Kontakt

Thilo Wiertz  
Fachbereich Geografie  
Universität Heidelberg  
Berliner Str. 48  
D-69120 Heidelberg  
Fon ++49/(0)6221/54 45 49  
E-Mail thilo.wiertz@geog.uni-heidelberg.de

Vorschläge für eine gezielte Klimamanipulation beruhen.

Das Denken in globalen Zusammenhängen charakterisiert internationale Umweltdiskurse seit den 1980er-Jahren. In diesen Diskursen, insbesondere in jenem über den anthropogenen Klimawandel, veränderte sich auch das Verständnis einer Umwelt, die mehr und mehr zum Gegenstand internationaler Auseinandersetzung und globaler wissenschaftlicher Expertise wurde. Neue Computertechnologien und immer komplexere Klimamodelle, die heute weit über eine isolierte Betrachtung der Atmosphäre hinausreichen, führten zu einer Revolution des wissenschaftlichen Blicks auf den Planeten. Mit der Integration unterschiedlicher Naturwissenschaften in den Ansatz einer „Earth System Science“ vollzieht sich derzeit, so sehen es Hans-Joachim Schellnhuber, Präsident des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, und Paul Crutzen, gar eine „zweite Kopernikanische Wende“. (4) Unter dem globalisierten Blick der Klimapolitik und der Naturwissenschaft erscheint das globale Verhältnis von Gesellschaft und Umwelt in einer Krise, die neue Strategien erfordert.

### Klimaveränderung ist kein Traum

Bereits Marchetti schrieb, seine Analyse stehe im „Geiste von Geo-Engineering“, einer „Art Systemsynthese“, in der „Lösungen für globale Probleme aus globaler Sicht gesucht werden“. Fortschritte bei der Modellierung des Klimasystems ermöglichen immer bessere Vorhersagen über künftige Veränderungen und die Auswirkungen menschlicher Eingriffe, wenn sie auch mit Unsicherheiten behaftet bleiben. Im Begriff Geo-Engineering verbindet sich nun die Prognose einer Krise des Verhältnisses von globaler Gesellschaft und Umwelt mit der Hoffnung, technologische Innovationen hielten eine Lösung bereit. Folgt man der Argumentation einiger Autoren, ist es Aufgabe der Wissenschaft, präzise Risiken zu ermitteln und die Suche nach der besten Lösung für die Gesellschaft voranzutreiben. Doch an welchen Maßstäben wird gemessen und wer ist

Teil dieser globalen Gesellschaft, in deren Namen Politik und Wissenschaft kalkulieren?

Unterschiedliche Phasen in der Diskussion um technologische Klima- und Wetterveränderungen lassen sich nicht allein an neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Atmosphäre festmachen. Die Zyklen der Klima- und Wetterveränderung, die Fleming aufzeigt, sind eng verknüpft mit kulturellen Wertvorstellungen und dem jeweiligen Blick auf den Zustand von Natur und Gesellschaft. Die Erde und ihre Krise als Ganzes zu sehen, ist grundlegend für die Hoffnung, sie gezielt zu verändern. Diese Hoffnung formuliert Fragen von Klimagerechtigkeit und globaler Partizipation neu, denen sich die derzeitige Diskussion um Geo-Engineering stellen muss – denn der beunruhigende Unterschied zu früheren Versuchen der Wettermanipulation ist, dass der Beweis für die Fähigkeit des Menschen, das globale Klima zu verändern, erbracht ist. —

### Anmerkungen

- (1) Crutzen, Paul: Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections. A Contribution to Resolve a Policy Dilemma? In: Climatic Change 3/2006, S. 211-220.
- (2) Fleming, James Rodger: The Pathological History of Weather and Climate Modification: Three Cycles of Promise and Hype. In: Historical Studies in the Physical and Biological Sciences 1/2006, S. 3-25.
- (3) Marchetti, Cesare (1976): On Geo-Engineering and the CO<sub>2</sub> Problem. IIASA Research Memorandum. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg.
- (4) Schellnhuber, Hans Joachim et al.: Earth System Analysis for Sustainability. In: Environment 8/2005, S. 11-25.