

SPIEGEL-GESPRÄCH

„Wir haben nur eine Erde“

Der Geo-Ingenieur David Keith will das Weltklima aktiv verändern: mit einer Art Sonnenfilter im Himmel, der die globale Erwärmung bremst. Die Technik sei wirksam und billig, sagt er. Kritiker vergleichen sie mit der Atombombe.

Während in Warschau die Delegierten auf der Weltklimakonferenz um Reduktionsziele für Treibhausgase ringen, treibt eine kleine Schar Forscher eine ganz andere Idee vom Kampf gegen den Klimawandel voran: Sie wollen die globale Erwärmung durch einen Eingriff ins Klimageschehen des Planeten Erde bremsen. Wo immer von diesem sogenannten Geoengineering die Rede ist, taucht der Name David Keith auf. Er ist der wohl namhafteste Fürsprecher dieser Vision. Als sich der Kanadier vor gut 20 Jahren dem Thema zuwandte, galt die Idee, das Klima aktiv zu manipulieren, als gefährliche Spinnerei. Klimaschützer reagierten empört, Keith fand Morddrohungen auf seinem Anrufbeantworter vor. Inzwischen gewinnt die Option des Geoengineering zunehmend Anhänger, auch der Weltklimarat IPCC setzt sich in seinem jüngsten Bericht damit auseinander. Keith, 50, forschte lange im kanadischen Calgary, wo er auch eine Firma gründete, die Verfahren zur Klimatechnologie entwickelt. Vor zwei Jahren erhielt Keith einen Ruf an die Harvard University und pendelt seither zwischen Calgary und Boston.

SPIEGEL: Herr Professor, sind Sie ein „Klimaklempner“?

Keith: So stand es im „New Yorker“, nicht wahr? Es sind mir schon alle möglichen Namen zgedacht worden. Aber ich sehe mich nicht als Klimaklempner. Ich befasse mich vielmehr mit Klimatechnologie, dem sogenannten Geoengineering.

SPIEGEL: Wie würden Sie das Anliegen der Klimaingenieure beschreiben?

Keith: Es besteht in dem Versuch, das Klima mutwillig und global zu lenken.

SPIEGEL: Klingt ziemlich vermessen. Sie selbst haben dem „New Yorker“ gegenüber erklärt, dass Geoengineering, unbedacht angewendet, dazu führen könnte, „das Leben auf Erden auszulöschen“ ...

Keith: ... und viele meiner Kollegen waren sehr unglücklich über diesen Satz. Was ich damit sagen wollte, ist Folgendes: Wenn wir die Klimatech-



Physiker Keith



Pinatubo-Ausbruch im Juni 1991: „Aerosole in der Stratosphäre verringern die Erwärmung“

nologie mit Weisheit, Demut und gleichzeitig mit einer möglichst wirksamen Reduktion der Treibhausgasemissionen einsetzen, dann wird dies mit großer Sicherheit zum Wohle der Erde sein. Aber es gehört auch zu unserer Verantwortung, darüber zu reden, was wir im schlimmsten Fall damit anrichten könnten. Was geschieht, wenn derjenige, in dessen Hand diese Technik liegt, durchdreht? Was, wenn die menschliche Rasse irgendwann beschließen sollte, kollektiv Selbstmord zu begehen?

SPIEGEL: Dann wäre die Klimatechnologie die Methode der Wahl? Mit anderen Worten: Sie arbeiten an der gefährlichsten Technik der Welt?

Keith: Ja und nein. Das Geoengineering ist immer wieder mit der Atombombe verglichen worden. Und in einer Hinsicht sind beide wirklich vergleichbar: Mit geringem Aufwand lässt sich ein gewaltiger Effekt erzielen. Aber der große Unterschied besteht darin, dass die Klimatechnologie ihrem Wesen nach viel langsamer wirkt: in Jah-

ren statt in Minuten. Das lässt deutlich mehr Raum für einen wohlbedachten, vorsichtigen Einsatz.

SPIEGEL: Kritiker werfen Ihrer Zunft vor, Gott zu spielen ...

Keith: ... vielleicht nicht ganz zu Unrecht. Ich persönlich habe nicht das Gefühl, Gott zu spielen. Aber diese Formulierung umschreibt ja durchaus das, worum es hier geht: die Sehnsucht danach, die gesamte Natur verändern zu können.

SPIEGEL: Eine Sehnsucht, die Sie teilen?

Keith: Ach, der Mensch hat doch längst begonnen, den Planeten zu modifizieren. Denken Sie nur an die Landwirtschaft, die Treibhausgase, den Eingriff in den Stickstoffhaushalt der Erde.

SPIEGEL: Wobei in all diesen Fällen niemand von vornherein den Plan hatte, den Planeten umzugestalten.

Keith: Sie haben recht. Die Absicht spielt durchaus eine Rolle – wir unterscheiden ja auch zwischen Totschlag und Mord. Aber meine Absicht und die meiner Kollegen ist, dem Treibhauseffekt entgegenzuwirken und damit den Einfluss des Menschen zu verringern. Das ist etwas ganz anderes, als wenn wir das Klima nach unseren eigenen Vorstellungen gestalten wollten. Wer den Klimawandel

nur verlangsamen will, der spielt nicht Gott.

SPIEGEL: Und wie würden Sie es anstellen, diesen Prozess zu bremsen?

Keith: Die Idee besteht darin, die Strahlungsbilanz der Erde ein klein wenig zu verändern, indem man zum Beispiel Schwefelaerosole in der Stratosphäre versprüht. Diese Methode ist billig, wirksam, schnell einzuführen, aber unvollkommen.

SPIEGEL: Wieso unvollkommen?

Keith: Weil sie nicht alle Probleme, die mit dem Ausstoß von Kohlendioxid verbunden sind, löst. So ändert sie nichts daran, dass die Ozeane versauern.

SPIEGEL: Und was genau heißt „billig“?

Keith: Meiner Schätzung zufolge würden die Kosten der Injektion einer klimawirksamen Dosis von Schwefelaerosolen in einer Größenordnung von etwa einer Milliarde Dollar im Jahr liegen. Das ist fast nichts, wenn Sie daran denken, dass die jährlichen Kosten des Klimawandels bis zur Mitte dieses Jahrhunderts auf mindestens eine Billion geschätzt werden.

SPIEGEL: Eine Milliarde Dollar – das klingt geradezu beängstigend billig. Das heißt, jeder Milliardär könnte es sich im Prinzip leisten, nach seinem Gutdünken an der Klimaschraube zu drehen?

Keith: Jedenfalls haben wir es hier mit einer Technik zu tun, bei der „billig“ nicht unbedingt „gut“ heißt. Wobei ich es für schwer vorstellbar halte, dass ein Einzelner im Alleingang ein Geoengineering-Programm startet. Er würde von seiner Regierung daran gehindert.

SPIEGEL: Und was ist, wenn ein kleiner Inselstaat, der sich vom Anstieg des Meeresspiegels bedroht sieht, beschließt, die Welt ein wenig abzukühlen?

Keith: Ein solches Vorhaben wüsste die internationale Gemeinschaft sicher zu stoppen. Mir bereiten eher große Staaten wie Indien, Indonesien oder die USA Sorgen.

SPIEGEL: Wer auch immer Schwefel in der Stratosphäre versprüht, geht gewaltige Risiken ein. Macht Ihnen das keine Angst?

Keith: Kein Zweifel, die Gefahren sind erheblich. Irgendwann regnet der Schwefel auf die Erde zurück und kann dort eine Gefahr für Gesundheit und Umwelt bedeuten. Hinzu kommt das Risiko, die Ozonschicht zu schädigen.

SPIEGEL: Eine löchrige Ozonschicht bedeutet mehr UV-Strahlung, und das wiederum bedeutet mehr Hautkrebs. Wollen Sie Tote für Ihre Kur des Weltklimas in Kauf nehmen?

Keith: Das zu rechtfertigen wäre gar nicht so schwierig. Wir führen regelmäßig Techniken ein, die einige Menschen gefährden. Mit der Inbetriebnahme jedes neuen Kraftwerks ist Luftverschmutzung verbunden, die zu Todesfällen führen kann. Im Übrigen ist noch gar nicht klar, wie sich die Injektion von Schwefelaerosolen



Keith beim SPIEGEL-Gespräch*
„Es gibt hier riesige Gesetzeslücken“

unterm Strich auf die Sterblichkeit auswirken würde. Zum Beispiel schädigt Schwefel zwar das Ozon, es erhöht andererseits aber auch die Streuung von UV-Licht. Und dies wiederum verringert die UV-Einstrahlung auf die Erde. Wir brauchen also noch sehr viel Forschung.

SPIEGEL: Ist denn überhaupt gesichert, dass Sie mit Schwefelaerosolen Ihr eigentliches Ziel erreichen: den Klimawandel abzubremsten?

Keith: O ja, darüber wissen wir inzwischen eine Menge. Wenn wir Aerosole in der Stratosphäre versprühen, dann verringert sich die globale Erwärmung. Das ist das, was wir theoretisch erwarten; es ist das, was wir nach Vulkanausbrüchen wie dem des Pinatubo beobachten; und es ist das, was wir in allen Klimamodellen, die darauf getestet wurden, sehen.

SPIEGEL: Es gibt aber auch die Befürchtung, ein solches Geoengineering-Programm könnte versehentlich den asiatischen Monsun schwächen.

Keith: Der Monsun ist in der Tat zum Prüfstein dieser etwas unübersichtlichen Debatte geworden. Das Argument geht auf Alan Robock zurück, der behauptete, Schwefelaerosole könnten den Monsun ausschalten und so Milliarden Leben bedrohen. Solch schlimme Folgen zeigen sich aber nur bei massivem Geoengineering. Vorsichtige Eingriffe dagegen verlangsamen – auch in Alans Modellen – den Klimawandel auf dem indischen Subkontinent. Es ist wie bei Arzneien: Eine Überdosis ist tödlich, aber eine geringe Menge kann Leben retten.

SPIEGEL: Wenn wir hier von der Manipulation des Weltklimas reden, geht es dann eigentlich nur darum, die Durchschnittstemperatur zu regulieren, oder wird es irgendwann auch möglich sein, das Klima an einem Ort anders zu steuern als am anderen?

Keith: Das ist eine heikle Frage. Als Ingenieur denkt man: je mehr Kontrolle, desto besser. Aber in diesem Fall wären wir wahrscheinlich besser dran, wenn wir nicht an zu vielen Schrauben drehen könnten. Ich bin gegen jede militärische

Nutzung der Klimatechnologie, aber eines ist klar: Sie wird umso wahrscheinlicher, je differenzierter die Manipulation des Klimas wird.

SPIEGEL: Wäre das Drehen an mehr als einer Schraube denn technisch überhaupt möglich?

Keith: Durchaus. Und ich habe auch schon dahingehende Arbeiten veröffentlicht – auch wenn ich mich inzwischen frage, ob wir in dieser Richtung fortfahren sollten.

SPIEGEL: Das lässt sich doch überhaupt nicht verhindern.

Keith: Nicht ganz, aber ein Stück weit schon. Öffentliche Programme haben klar definierte Ziele. Und dabei kann man sich überlegen, ob man die maßgeschneiderte Klimamanipulation zu einem der Ziele erklärt oder nicht.

SPIEGEL: Gibt es bereits handfeste Pläne, das Versprühen von Schwefelaerosolen in der Stratosphäre zu testen?

Keith: Das hängt davon ab, was Sie „handfest“ nennen. Eine Reihe von Gruppen denkt über Experimente nach.

SPIEGEL: Wer müsste einen solchen Großversuch eigentlich genehmigen?

Keith: Jedenfalls gibt es hier riesige Gesetzeslücken. Wenn ich Schwefel durch einen Kraftwerksschlot ausstoßen will, ist das genau geregelt. Und wenn ich Schwefel aus den Triebwerken eines Flugzeugs herausblase, ebenfalls. Aber wenn ich die millionenfache Menge in der Stratosphäre versprühen will, um das Klima zu verändern, ist das nicht geregelt. So erstaunlich es ist: Wer das täte, würde damit kein geltendes Recht verletzen.

SPIEGEL: Das heißt, niemand könnte Ihnen Einhalt gebieten?

Keith: Im Prinzip ja, und das ist ein Unding. Wir brauchen dringend klarere Regeln. Aus meiner Sicht sollten wir uns auf ein Memorandum einigen, in dem sich die großen Forschungsinstitutionen für Transparenz und präzise Risikoabschätzungen bei Stratosphärenexperimenten aussprechen. So etwas wäre zwar nicht rechtlich bindend, hätte aber enormen Einfluss.

SPIEGEL: Geoengineering hat auch politische Nebenwirkungen: Wozu noch die CO₂-Emissionen senken, wenn wir die Erderwärmung jetzt technisch stoppen können? Der Druck auf Klimakonferenzen wie jetzt in Warschau wäre deutlich verringert. Verstehen Sie, dass diese Aussicht Klimaaktivisten beunruhigt?

Keith: Absolut. Dies ist sogar die größte meiner Sorgen. Den Begriff des „moralischen Risikos“, der genau das beschreibt, wovon Sie gerade reden, habe ich selbst in diese Debatte eingeführt. Natürlich könnte Geoengineering zu einer solchen Haltung führen. Aber interessanterweise zeigte sich in Umfragen das Gegenteil: Nachdem man den Leuten von der Möglichkeit des Geoengineering erzählt hatte, waren sie eher noch besorgter ums Klima als zuvor.

* Mit dem Redakteur Johann Grolle in Boston.

SPIEGEL: Jedenfalls ist Geoengineering unter den industrienahen Ideologen, die den Klimawandel leugnen, bemerkenswert populär.

Keith: Es gibt solche Leute, kein Zweifel. Ich bestreite nicht, dass die Ölindustrie sich bemüht, unser Anliegen für ihre Zwecke zu missbrauchen. Aber Tatsache ist, dass wir die meiste Unterstützung von links und nicht von rechts bekommen. Die überwältigende Mehrheit der Befürworter des Geoengineering plädiert für scharfe Emissionsgrenzwerte.

SPIEGEL: Welche Art von Klimanotstand müsste denn Ihrer Meinung nach bestehen, ehe wir die ersten Jets losschicken, um mit der Schwefelkur fürs Weltklima zu beginnen?

Keith: Ich denke, die Leute, die vom Klimanotstand reden, sollten erst mal erklären, was zum Teufel sie damit eigentlich meinen. Dieser Begriff ist naiv, und er gibt ein völlig falsches Bild der Welt. Für einige Ökosysteme und einige Völker ist der Klimanotstand längst Wirklichkeit, andere profitieren sogar von der Erwärmung. Ich

halte nichts davon, eine Technik auf Vorrat für den Notfall aufzubewahren.

SPIEGEL: Also am besten gleich morgen anfangen?

Keith: Falls eine genaue Prüfung zeigen sollte, dass der Nutzen des Geoengineering die Risiken und Kosten bei weitem übersteigt, dann sollten wir recht bald beginnen. Allerdings behutsam und in kleinen Schritten. Das würde uns helfen, die unbekanntesten Risiken kennenzulernen. Und falls der Klimawandel tatsächlich irgendwann eine dramatische Wendung nehmen sollte, würde das bis dahin gewonnene Wissen unsere Lage wesentlich verbessern. Der Notstand ist der schlechteste Zeitpunkt, mit einer neuen Technologie herumzuprobieren.

SPIEGEL: Und wer sollte entscheiden, wann es losgeht mit der Klimareparatur?

Keith: Das genau ist die große Frage. Und eben deshalb sollten wir lieber heute als morgen darüber reden. Die technischen Fragen sind letztlich einfach zu lösen. Wirklich schwierig ist die Frage der politischen Steuerung. Denn wir haben nur eine Erde. Und wir müssen, als Spezies Mensch, Steuerungsmechanismen für den Umgang mit solchen global wirksamen Techniken finden – das gilt nicht nur für das Geoengineering, sondern auch für die Internetkommunikation, die Veränderung des menschlichen Genoms oder die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen.

SPIEGEL: Wenn Sie all die technischen und politischen Hürden betrachten, die dem Geoengineering noch im Wege stehen, wie lautet dann Ihre Prognose: Wird das Zeitalter der aktiven Klimamanipulation noch vor dem Ende Ihrer Karriere anbrechen?

Keith: Ich habe keine Ahnung. Jedes Mal, wenn mir diese Frage gestellt wird, versuche ich eine spontane Antwort zu geben. Ich bin gerade 50 geworden. Ich habe also, wenn alles gutgeht, noch 25 Jahre Forschung vor mir. Aber die politischen Systeme, besonders im Westen, sind so träge geworden. Ich glaube, heute entscheide ich mich für die Antwort „Nein“.

SPIEGEL: Herr Professor, wir danken Ihnen für dieses Gespräch.

Der Vulkaneffekt

Wie künstlicher Dunst die Klimaerwärmung bremsen soll

1 Einfallende Sonnenstrahlung erwärmt die Erdoberfläche. Ein großer Teil davon wird als langwellige Wärmestrahlung wieder in den Weltraum abgegeben. Klimawirksame Spurengase wie Kohlendioxid (CO₂) wirken jedoch wie das gläserne Dach eines Treibhauses, indem sie die Wärmeabstrahlung blockieren.



3 Der Klimaforscher David Keith schlägt hingegen ein Geoengineering-Programm vor, das die Sonneneinstrahlung reduzieren soll: Flugzeuge könnten in der Stratosphäre ein schwefelhaltiges Aerosol freisetzen, das einen Teil der Strahlung reflektiert. Es käme ein Kühleffekt zustande wie nach Vulkanausbrüchen.

KOSTEN

bei anfänglich 10 Maschinen und 250 000 t Schwefel **700 Millionen \$ jährlich**
zum Vergleich: geschätzte Folgekosten des Klimawandels bis 2050 **1 Billion \$ jährlich**

MÖGLICHE GEFAHREN

- Saurer Regen
- Beschädigung der Ozonschicht
- Auswirkung auf Pflanzenwachstum und auf den globalen Wasserhaushalt
- Störung des Sommermonsuns in Afrika und Asien

2 Die Bekämpfung des Treibhauseffekts zielt überwiegend auf eine Verminderung der CO₂-Emissionen oder darauf, die natürliche Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft zu stärken, etwa durch die Aufforstung von Wäldern.

