

### "Negative Emissionen" als klimapolitische Herausforderung

Geden, Oliver; Schäfer, Stefan

Veröffentlichungsversion / Published Version  
Arbeitspapier / working paper

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:  
Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP)

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Geden, O., & Schäfer, S. (2016). "Negative Emissionen" als klimapolitische Herausforderung. (SWP-Aktuell, 70/2016). Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik -SWP- Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49427-2>

#### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

## »Negative Emissionen« als klimapolitische Herausforderung

Oliver Geden / Stefan Schäfer

Das Pariser Klimaabkommen hat zum Ziel, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad zu begrenzen, wenn möglich sogar auf 1,5 Grad. Nach Auffassung des Weltklimarats (IPCC) sind diese Ziele mit konventionellen Klimaschutzmaßnahmen allein nicht zu erreichen. Der IPCC geht davon aus, dass über Emissionsreduktionen hinaus auch Technologieoptionen unvermeidlich werden, mit denen der Atmosphäre Treibhausgase entzogen werden können. Im Mittelpunkt steht dabei die Kombination aus verstärktem Bioenergie-Einsatz sowie Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid. Bislang hat die Klimapolitik die Notwendigkeit »negativer Emissionen« weitgehend ignoriert. Die Diskussion über zugrundeliegende Modellannahmen, Potentiale und Risiken denkbarer Technologieoptionen sowie deren politische Implikationen steht noch ganz am Anfang. Die EU und Deutschland wären gut beraten, diese Debatte proaktiv zu gestalten und verstärkt in Forschung und Entwicklung zu investieren. Wird an den Pariser Temperaturzielen festgehalten, werden sich klimapolitische Vorreiter schon bald mit der heute noch paradox anmutenden Forderung konfrontiert sehen, Emissionsminderungsziele von weit mehr als 100 Prozent zu beschließen.

Globale Klimastabilisierungsziele wie 1,5 oder 2 Grad Celsius (°C) Erderwärmung werden üblicherweise in Budgets übersetzt, mit denen die Gesamtmenge der noch vertretbaren Emissionen angegeben werden kann. Nach aktuellen Berechnungen beträgt das verbleibende Emissionsbudget zum Erreichen des 2 °C-Ziels noch etwa 800 Gigatonnen (Gt) Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), jenes für 1,5 °C jedoch nur noch ungefähr 200 Gt. Beim derzeitigen Jahresausstoß von rund 40 Gt CO<sub>2</sub> wäre das globale Budget für 2 °C gegen Mitte der 2030er Jahre ausgeschöpft,

jenes für 1,5 °C bereits Anfang der 2020er Jahre. Weil eine Dekarbonisierung der Weltwirtschaft im Zeitraum von nur fünf bis 20 Jahren offenkundig unrealistisch ist, greifen klimaökonomische Modelle konzeptionell auf negative Emissionen zurück. Mit dem Einsatz von Technologien zur Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre wäre es denkbar, das ursprüngliche Emissionsbudget zunächst zu überziehen und das entstandene Defizit im Laufe des 21. Jahrhunderts wieder auszugleichen. Doch das sich anbahnende Budgetdefizit hat inzwi-

schen drastische Ausmaße erreicht. Aus klimaökonomischen Modellrechnungen des IPCC geht hervor, dass bis zum Jahr 2100 insgesamt 500 bis 800 Gt an Negativemissionen generiert werden müssten, um die Erderwärmung auf 2 °C oder gar 1,5 °C zu begrenzen – also bis zum Zwanzigfachen der derzeitigen jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Im Grundsatz akzeptieren alle Regierungen den klimawissenschaftlichen Konsens, den der IPCC in seinem 5. Sachstandsbericht 2013/14 unmissverständlich formulierte. Demnach seien negative Emissionen unumgänglich, wenn ehrgeizige Klimaziele erreicht werden sollen. Noch wird klimapolitisch allerdings kaum diskutiert, wie sich die über konventionelle Klimaschutzmaßnahmen hinausgehenden Negativemissionen erbringen ließen. Dies ist umso bedenklicher, als der Aufbau entsprechender Kapazitäten spätestens 2030 beginnen müsste. Da bis heute keine politische Debatte zu Negativemissionen geführt wird, lassen sich eventuelle Interessenkonflikte und Akzeptanzprobleme allenfalls erahnen. Mögliche soziale und ökologische Folgewirkungen eines derart weitreichenden Einsatzes von Technologien zur CO<sub>2</sub>-Entnahme wurden bislang so gut wie nicht untersucht. Am problematischsten ist jedoch, dass sich fast alle derzeit favorisierten Technologieoptionen noch im Frühstadium ihrer Entwicklung befinden, ihr Potential für einen erfolgreichen Einsatz also höchst ungewiss ist.

### Technologieoptionen

Der IPCC greift in seinen aktuellen Modellrechnungen fast ausschließlich auf eine Technologieoption zurück, die den Anbau schnell nachwachsender Biomasse, deren Verfeuerung in Kraftwerken zur Stromgewinnung und schließlich die Abscheidung und Speicherung des dabei freigesetzten CO<sub>2</sub> miteinander kombiniert (Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS). Während der Wachstumsphase bindet die Biomasse das Kohlendioxid. Bei der Verfeuerung wird es eingefangen und anschließend

gespeichert, etwa in geologischen Formationen. Der Prozess wird mit nachgewachsener Biomasse stetig wiederholt, so dass der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre reduziert wird. BECCS ist indes noch kaum erprobt; es existiert lediglich eine einzige Pilotanlage in den USA. Zudem würde der in klimaökonomischen Modellen angenommene Umfang an negativen Emissionen eine zusätzliche Biomasse-Anbaufläche erfordern, die der anderthalb- bis zweifachen Landfläche Indiens entspräche. Auch für Transport und unterirdische CO<sub>2</sub>-Speicherung wären enorme Kapazitäten nötig. Dennoch ist der Einsatz dieser Technologie immer schon mit einkalkuliert, wenn Klimaforscher, Umweltverbände oder Klimapolitiker mit Bezug auf den IPCC betonen, Ziele wie 2 °C oder gar 1,5 °C Erderwärmung seien noch einzuhalten.

Zurzeit werden noch mehr als ein halbes Dutzend weiterer Technologieoptionen diskutiert. Sie reichen von scheinbar problemlosen Maßnahmen wie der Aufforstung bis hin zur Eisendüngung oder Kalkung der Ozeane. Bei genauerer Betrachtung stellt sich jedoch selbst bei einer allseits unterstützten Maßnahme wie der *Aufforstung* die Frage, ob diese helfen kann, die Erderwärmung zu begrenzen. So besteht insbesondere bei den borealen Wäldern der Nordhalbkugel die Gefahr, dass die mit großflächiger Aufforstung einhergehende Verdunklung der Erdoberfläche in ihrem Klimaeffekt das in den Bäumen gebundene CO<sub>2</sub> mehr als aufwiegt. Damit wäre das Gegenteil des Erhofften erreicht. Hingegen scheinen Vorschläge wie die Aufforstung der Sahara oder des australischen Outback wenig realistisch.

Der *Ozeandüngung* liegt die Idee zugrunde, dass das Algenwachstum in manchen Meeresregionen aufgrund eines Mangels an Nährstoffen (meist Eisen) begrenzt ist. Durch die gezielte Zugabe von Eisen könnte das Algenwachstum angeregt und CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernt werden. Wenn die Algen absterben und auf den Meeresgrund sinken, würde das in ihnen gespeicherte CO<sub>2</sub> dauerhaft deponiert werden. Zuletzt

sorgte 2009 das deutsch-indische Eisen-  
düngungsexperiment LOHAFEX für inter-  
nationales Aufsehen. Aus klimapolitischer  
Sicht waren die Ergebnisse aber enttäu-  
schend. Das Algenwachstum bewirkte vor  
allem, dass sich eine lokale Krebspopula-  
tion vermehrte. Eine nennenswerte CO<sub>2</sub>-  
Reduktion konnte nicht festgestellt werden.

Erwogen wird auch die *Kalkung der Ozeane*.  
Hierbei soll dem Meerwasser pulverisiertes  
Kalziumoxid hinzugefügt und so sein pH-  
Wert erhöht werden. Da stärker basisches  
Wasser mehr CO<sub>2</sub> aus der Luft bindet, könn-  
te der Atmosphäre Kohlendioxid entzogen  
werden. Zugleich ließe sich mit dieser  
Methode möglicherweise die Versauerung  
der Ozeane abmildern. Doch auch bei  
dieser Option stellen sich Fragen nach der  
Effektivität. So ist die Herstellung von  
Kalziumoxidpulver ein CO<sub>2</sub>-intensiver  
Prozess und auch der Transport des Mate-  
rials würde Emissionen verursachen.

### Neue Verteilungskämpfe

Zumindest in der Klimaforschung hat die  
Diskussion über Potentiale und Risiken der  
einzelnen Technologieoptionen inzwischen  
begonnen. Die politischen Implikationen  
einer Negativemissions-Klimapolitik sind  
dagegen noch nicht ausgeleuchtet worden.  
Bislang basiert die Klimaschutzpolitik der  
Vereinten Nationen (VN) auf der Annahme  
einer zunächst differenzierten Verantwor-  
tung einzelner Staatengruppen, die aber  
langfristig wieder konvergiert, und zwar  
spätestens dann, wenn alle Staaten ihre  
Emissionen auf null reduziert haben. Auf-  
grund ihrer historischen Verantwortung  
und höheren wirtschaftlichen Leistungs-  
fähigkeit sind zuerst die »alten« Industrie-  
staaten gefragt, ihre Emissionen substan-  
tiell zu verringern. Einige von ihnen, etwa  
die nordwesteuropäischen Mitgliedstaaten  
der EU, nehmen eine Vorreiterrolle für sich  
in Anspruch. Dabei bildet bisher die »Null-  
Linie«, also Emissionsreduktionen von  
100 Prozent, den konzeptionellen Orientie-  
rungspunkt. Manche Staaten in der EU  
werden die Null-Linie früher erreichen als

andere, aber die mittelosteuropäischen  
Mitgliedstaaten werden folgen müssen. Das  
gilt auch für die großen Schwellenländer  
China und Indien. Eine *Konvergenz gegen null*  
ist also gleichbedeutend mit einer Vorreiter-  
rolle auf Zeit. Die Annahme, dass dies posi-  
tive volkswirtschaftliche Effekte zeitigt, be-  
ruht nicht zuletzt auf der Vorstellung, dass  
die anderen Länder nachziehen müssen  
und dabei auf Technologien zurückgreifen,  
die von den Vorreitern entwickelt wurden.

Wird nun der Raum der Emissionsmin-  
derungspolitik aber erweitert, indem man  
konzeptionell in »negatives Territorium«  
unterhalb der Null-Linie vorstößt, man also  
davon ausgeht, dass Emissionsminderun-  
gen von mehr als 100 Prozent möglich und  
anstrebenswert sind, dann ließe sich das  
Prinzip der differenzierten Verantwortung  
verstetigen. Fällt die bislang gültige Grenze  
des Denkbaren im Klimaschutz, wären neue  
Verteilungskämpfe programmiert. Die Mög-  
lichkeiten für eine Ausdifferenzierung von  
Klimazielen würden sich stark erweitern  
und die Vorreiter wären viel länger auf ihre  
Rolle festgelegt. Für das Jahr 2100 hält der  
IPCC Negativemissionen in der Größenord-  
nung von bis zu 10 Gt netto für vorstellbar.  
Dies entspräche einem globalen Emissions-  
minderungsziel von ungefähr 125 Prozent,  
verglichen mit dem Basisjahr 1990. Sollte  
dies zu einem relevanten Bezugspunkt in  
den VN-Klimaverhandlungen werden, dürf-  
ten Schwellen- und Entwicklungsländer da-  
für eintreten, dass die alten Industriestaaten  
auch künftig umfassendere Verpflichtun-  
gen übernehmen. So könnten Schwellen-  
und Entwicklungsländer fordern, dass die  
Industrieländer mehr in die CO<sub>2</sub>-Entnahme  
investieren, während sie selbst womöglich  
nicht einmal ihre eigenen Emissionen auf  
null reduzieren. Lässt sich die EU etwa auf  
ein Minderungsziel von 150 Prozent ein,  
sind auch innerhalb der Union Streitigkei-  
ten absehbar, da die Nachzügler aus Mittel-  
osteuropa bestrebt sein werden, die EU-  
interne Rollenverteilung beizubehalten.

Ähnliche Verteilungskämpfe wären auch  
zwischen ökonomischen Sektoren zu erwar-  
ten. Sollte sich BECCS weltweit als bevor-

zugte CO<sub>2</sub>-Entnahme-Technologie durchsetzen, wäre allen voran der Stromsektor gefragt, negative Emissionen zu erzeugen. Schon jetzt steht er im Mittelpunkt der Klimaschutzbestrebungen und wird die Null-Linie wohl weit vor dem Transport- und vor dem Gebäudesektor erreichen.

### **Notwendige Grundsatzentscheidung**

Um ambitionierte globale Klimaziele nicht zu verfehlen, müssen aus Sicht des IPCC in umfassender Weise CO<sub>2</sub>-Entnahme-Technologien eingesetzt werden. Das heißt nicht, dass die Klimapolitik diesen Pfad einschlagen muss, geschweige denn im diskutierten Umfang. Sie kann sich auch dagegen entscheiden. In der strikt kalkulatorischen Logik von Emissionsbudgets hätte dies jedoch Konsequenzen für die Erreichbarkeit globaler Klimaziele. Das 1,5 °C-Ziel ließe sich ohne negative Emissionen überhaupt nicht, das 2 °C-Ziel allenfalls zu weit höheren Kosten einhalten.

Wollen klimapolitische Vorreiter wie die EU und Deutschland die in Paris beschlossenen Temperaturziele nicht frühzeitig preisgeben, werden sie schon bald beginnen müssen, sich ernsthaft mit Strategien zur CO<sub>2</sub>-Entnahme auseinanderzusetzen. Die globalen Emissionsbudgets für 1,5 °C und 2 °C werden in fünf bis 20 Jahren ausgeschöpft sein. Angesichts dessen kann der in der EU wie in Deutschland gültige Minderungskorridor von 80 bis 95 Prozent bis 2050 nur dann als angemessener Beitrag zur Erreichung der globalen Temperaturziele gelten, wenn die europäischen Emissionen in der zweiten Jahrhunderthälfte deutlich unter die Null-Linie gedrückt werden. Bisher haben jedoch weder die EU noch Deutschland ihre Bereitschaft geäußert, langfristige Minderungsziele von über 100 Prozent anzupeilen. Selbst wenn sie es täten, wäre ungewiss, ob sich dies technologisch, wirtschaftlich, politisch und gesellschaftlich umsetzen ließe.

Grundsätzlich ist eine Negativemissions-Strategie nur dann zu verwirklichen, wenn Klima-, Energie- und Forschungspolitik

zügig erste Schritte in die Wege leiten. Nicht nur wären beträchtliche Investitionen in Forschung und Entwicklung nötig, sondern auch eine breite politische wie gesellschaftliche Debatte sowie erste regulatorische Überlegungen. Bei Letzteren handelt es sich in vielerlei Hinsicht um Aufgaben, die auch beim Einsatz konventioneller Klimaschutztechnologien gelöst werden mussten und müssen. Zum Beispiel geht es darum, exakte Anrechnungsregeln für negative Emissionen festzulegen, unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden oder spezifische Anreizsysteme für den Einsatz von CO<sub>2</sub>-Entnahme-Technologien zu schaffen. Es läge nahe, diese Punkte im Rahmen bestehender gesetzlicher Regelungen zu klären, etwa der EU-Emissionshandelsrichtlinie oder EU-Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse.

Die politisch heikelsten Fragen einer möglichen deutschen Negativemissions-Strategie stellen sich im Verhältnis zu bereits getroffenen Energiewende-Grundsatzentscheidungen. Wäre Deutschland bereit, seine Energiewendeplanungen im Stromsektor umzustellen, falls sich BECCS im globalen Maßstab als Technologie mit dem größten Potential herauskristallisiert? Wäre die Bundesregierung bereit, sowohl bei der Biomasse als auch bei der CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung einen drastischen Kurswechsel zu vollziehen, sogar auf Kosten des dezentralen Ausbaus von Wind- und Solarenergie? Oder würde man in erster Linie Maßnahmen fördern, deren Einsatz kaum Auswirkungen auf die Struktur des nationalen Energiesystems hätte, etwa die Ozeankalkung?

Noch ist Zeit, eine breite Diskussion über unkonventionelle Formen einer ambitionierten Klimaschutzpolitik zu führen und darauf aufbauend gewünschte Technologieoptionen zu verfolgen. Je später der Einstieg in eine solche Debatte gelingt, desto größer die Gefahr, dass die Pariser Klimaziele endgültig außer Reichweite geraten.

© Stiftung Wissenschaft und Politik, 2016  
Alle Rechte vorbehalten

Das Aktuell gibt die Auffassung der Autoren wieder

**SWP**  
Stiftung Wissenschaft und Politik  
Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit

Ludwigkirchplatz 3–4  
10719 Berlin  
Telefon +49 30 880 07-0  
Fax +49 30 880 07-200  
www.swp-berlin.org  
swp@swp-berlin.org

ISSN 1611-6364