

## **Antwort**

### **der Bundesregierung**

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Olaf in der Beek, Frank Sitta, Grigorios Aggelidis, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Drucksache 19/6737 –**

### **Status quo „Negative Emissionen“: Förderung von CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien**

#### Vorbemerkung der Fragesteller

Im Dezember 2015 haben sich 195 Staaten im Rahmen der Pariser Klimaschutzkonferenz (COP 21) erstmals auf ein allgemeines, rechtsverbindliches weltweites Klimaschutzübereinkommen einigen können. Das deklarierte Ziel, wonach ein umfassender globaler Aktionsplan die Erderwärmung auf deutlich unter 2° C begrenzen soll, ist nur dann zu erreichen, wenn erhebliche Fortschritte hinsichtlich der Reduzierung von Treibhausgasemissionen auf internationaler Ebene geschaffen werden ([https://ec.europa.eu/clima/policies/international\\_negotiations/paris\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/international_negotiations/paris_de)).

Der vom Weltklimarat IPCC Anfang Oktober 2018 vorgelegte „Sonderbericht 1,5 Grad“ ([www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen\\_IPCC\\_SR15.pdf](http://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_IPCC_SR15.pdf)) weist deutlich darauf hin, dass das ambitionierte 1,5-Grad-Ziel nur mit der zügigen und umfassenden Dekarbonisierung aller Sektoren zu erreichen ist. Komplementär dazu müssen der Atmosphäre mittels sogenannter CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien – CDR (= Carbon Dioxid Removal)-Technologien – zugleich große Mengen bereits ausgestoßenen Kohlendioxids wieder entzogen werden. In diesem Zusammenhang werden diverse CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien diskutiert, die sich jedoch in Bezug auf ihr Bindungspotential, ihre Kosten und Nebenwirkungen sowie ihren Forschungs- und Entwicklungsstand stark voneinander unterscheiden ([www.mcc-berlin.net/media/meldungen/meldungen-detail/article/co2-entzug-aus-atmosphaere-fuer-15-grad-ziel-unvermeidbar.html](http://www.mcc-berlin.net/media/meldungen/meldungen-detail/article/co2-entzug-aus-atmosphaere-fuer-15-grad-ziel-unvermeidbar.html)).

Grundsätzlich differenziert man bei CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien zwischen organischer und technischer Kohlenstoffabscheidung und -einlagerung. Die organische Speicherung von Kohlenstoff in Form von Aufforstungsprogrammen wird im globalen Kontext politisch bereits weitgehend implementiert, im Gegensatz zu technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien.

Im Rahmen der technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien stehen drei Verfahren im Fokus: direkte Luftkohlenstoffabscheidung und -speicherung (DACCS = Direct Air Carbon Capture & Storage), Bioenergie mit Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (BECCS = Bioenergy with Carbon Capture & Storage) und chemische Verwitterung (Enhanced Weathering) ([www.mcc-berlin.net/media/meldungen/meldungen-detail/article/co2-entzug-aus-atmosphaere-fuer-15-grad-ziel-unvermeidbar.html](http://www.mcc-berlin.net/media/meldungen/meldungen-detail/article/co2-entzug-aus-atmosphaere-fuer-15-grad-ziel-unvermeidbar.html)).

Nach Angaben des IPCC müssen im Verlauf des 21. Jahrhunderts zwischen 100 und 1 000 Gigatonnen CO<sub>2</sub> mittels CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien aus der Atmosphäre entnommen werden, um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen ([www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen\\_IPCC\\_SR15.pdf](http://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_IPCC_SR15.pdf)). Daher sollten neben Maßnahmen zur globalen Aufforstung und der organischen CO<sub>2</sub>-Speicherung auch die Potenziale der technischen CO<sub>2</sub>-Speicherung genutzt werden.

### Vorbemerkung der Bundesregierung

Der IPCC-Sonderbericht über 1,5 Grad globale Erwärmung stellt fest, dass negative Emissionen (Carbon Dioxide Removal, CDR) höchstwahrscheinlich notwendig sein werden, um die internationalen Klimaziele zu erreichen. Allerdings sind damit nicht zwingend technische Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Entnahme aus der Atmosphäre gemeint. Der IPCC-Sonderbericht umfasst auch modellierte Emissionspfade, die das 1,5-Grad-Ziel einhalten und dabei ohne BECCS und andere technische CDR-Maßnahmen auskommen. In diesen modellierten Pfaden können die jeweils notwendigen negativen Emissionen auch durch ökosystembasierte Ansätze erreicht werden.

Ökosystembasierte Maßnahmen, wie (Wieder-)Aufforstung oder Erhöhung des Kohlenstoffgehalts in landwirtschaftlichen Böden, werden im Sonderbericht als die kosteneffektivsten CDR-Optionen bewertet. Teilweise bringen die Maßnahmen sogar einen zusätzlichen Gewinn (z. B. wegen einer Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit).<sup>1</sup> Bereits im IPCC-Sachstandsbericht (AR5) wurden Maßnahmen der Waldbewirtschaftung und Landnutzung als sehr kosteneffizient bewertet.<sup>2</sup>

Die Bundesregierung bekennt sich zu den Zielen des Klimaschutzplans 2050, den Vorgaben der Lastenteilungsentscheidung der EU sowie zu den internationalen Verpflichtungen aus dem Pariser Abkommen. Zur Erreichung der Klimaziele sieht sich die Bundesregierung vor allem der Minderung von Treibhausgasemissionen verpflichtet. Auf internationaler Ebene war das beschlossene Regelwerk auf der Vertragsstaatenkonferenz COP 24 ein wichtiger Schritt zur Erreichung der vereinbarten Ziele im Pariser Abkommen. National erarbeitet die Bundesregierung ein Gesetz zur Einhaltung der Klimaziele 2030, das dieses Jahr verabschiedet werden soll, sowie ein Maßnahmenprogramm zur Erreichung der Sektorziele 2030, welches ebenfalls dieses Jahr beschlossen werden soll.

Im Hinblick auf solche Teile der Prozesskette von BECCS und DACCS, die sich mit der CCS-Prozesskette überschneiden, wird auf den kürzlich vom Bundeskabinett verabschiedeten Evaluierungsbericht über die Anwendung des Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes sowie die Erfahrungen zur CCS-Technologie verwiesen.

Aus Sicht der Bundesregierung besteht aktuell keine ausreichende Wissensgrundlage, um eine Bewertung hinsichtlich der Erprobung und Anwendung von CDR-Technologien bzw. einer Rolle bei der Bewältigung des Klimawandels vorzunehmen. Die Forschung hat grundlegende Risiken aufgedeckt. Die Bundesregierung setzt vor diesem Hintergrund in ihrer nationalen und internationalen Klimapolitik auf die Minderung von Treibhausgasemissionen, auf kosteneffiziente, nachhaltige, ökosystembasierte Ansätze zur Erzielung negativer Emissionen sowie auf Anpassungsmaßnahmen. Darüber hinaus plant die Bundesregierung, im Sinne des Vorsorgeprinzips durch weitere Forschung die Bewertungskompetenz zu ein-

<sup>1</sup> IPCC SR 1.5, Kapitel 4, Seiten 343-345 ([www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/11/SR15\\_Chapter4\\_Low\\_Res.pdf](http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/11/SR15_Chapter4_Low_Res.pdf))

<sup>2</sup> IPCC AR5, Kapitel 11, Seite 817 ([www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter11.pdf](http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf))

zelen Ansätzen und Technologien der CO<sub>2</sub>-Entnahme zu verbessern und ein genaueres Bild über deren Potenziale und Risiken zu erhalten, um eine internationale Debatte auf der Grundlage fundierter Erkenntnisse verantwortungsvoll mitgestalten zu können (siehe Antwort der Bundesregierung zu Frage 19 der Kleinen Anfrage auf Bundestagsdrucksache 19/3149).

1. Welche Schlussfolgerungen zieht die Bundesregierung aus den gemäß ihrer Antwort zu Frage 3 auf Bundestagsdrucksache 19/3149 vom Umweltbundesamt finanzierten und beauftragten Studien „Globale Treibhausgasemissionspfade bis 2050 Entwicklung von Szenarien, Politik- und Technologieoptionen“ sowie „Bewertung von Methoden und Verfahren von Carbon Dioxid Removal (CDR)-Technologien (negative Emissionen) zur Erreichung internationaler Klimaziele“ im Hinblick auf Umsetzbarkeit, Bindungspotential und Resilienz der CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien DACCS, BECCS und Enhanced Weathering (bitte nach den einzelnen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien differenziert darstellen)?

Die Bundesregierung ist noch nicht zu einer abschließenden Bewertung der genannten Studien gelangt, da diese noch nicht veröffentlicht worden sind. Die Veröffentlichung ist in Kürze geplant.

2. Welche über die in ihrer Antwort auf Bundestagsdrucksache 19/3149 explizit erwähnten nationalen und/oder internationalen hinausgehenden Forschungsarbeiten unterstützt die Bundesregierung bezüglich der CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien DACCS, BECCS und Enhanced Weathering (bitte die CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien und beteiligten Staaten nennen)?

In welcher Form werden in diesem Zusammenhang finanzielle Mittel von welchem Ressort zur Verfügung gestellt?

Über die in der Antwort auf Bundestagsdrucksache 19/3149 explizit erwähnten Forschungsarbeiten hinaus unterstützt die Bundesregierung keine spezifischen Forschungsarbeiten zu den CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien DACCS, BECCS und Enhanced Weathering.

3. Plant die Bundesregierung, die Forschung und Entwicklung von DACCS, BECCS und Enhanced Weathering zu fördern, um ein breitgefächertes Technologieportfolio komplementär in der Treibhausgas-Minderungsstrategie zeitnah zur Bewältigung des Klimaschutzes bereitzustellen?

Wenn ja, wie, und in welchem Rahmen?

Wenn nein, warum nicht?

Die Bundesregierung hält Forschung zu CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien und weiteren Ansätzen zur Entfernung von Treibhausgasen aus der Atmosphäre grundsätzlich weiterhin für notwendig, um die Wissens- und Entscheidungsgrundlagen hierzu zu verbessern und Einsatzmöglichkeiten und Risiken dieser Technologien besser einschätzen zu können. In Deutschland gibt es bereits eine Forschungscommunity, weitgehend aus dem Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) prüft derzeit die Auflage eines neuen, breit angelegten Forschungsprogramms. Ziel soll sein, Potenziale, Skalierbarkeit, Risiken und Realisierungsmöglichkeiten von Methoden zur Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre genauer bewerten zu können. Das Programm soll technologieoffen gestaltet werden und auch weitere Methoden neben den genannten Technologien BECCS, DACCS und Enhanced Weathering berücksichtigen. Vorliegende Studien zu einzelnen Ansätzen der

CO<sub>2</sub>-Entnahme, die in der Regel auf Modellannahmen basieren, verweisen auf grundlegende, teils erhebliche Risiken sowie auf vielfach noch ungeprüfte Annahmen hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit. Bisherige Forschungsergebnisse weisen hier einen erheblichen weiteren Forschungsbedarf zu Potenzialen, Skalierbarkeit und Risiken sowie zu Wechselwirkungen mit anderen Nachhaltigkeitszielen und zu etwaigen komplexen und weitreichenden Wirkungszusammenhängen im Erd- und Klimasystem aus. Auch Aspekte wie Akzeptanz und internationale Abstimmung (Governance) sowie ethische und rechtliche Fragen sind vielfach ungeklärt. Angesichts dieser vielfältigen ungeklärten Fragen kann die Bundesregierung derzeit keine belastbaren Aussagen zu einer perspektivischen Rolle von verschiedenen Technologien der CO<sub>2</sub>-Entnahme zur Treibhausgasreduzierung oder zum Zeithorizont eines etwaigen Einsatzes dieser Technologien formulieren.

4. Welche Potentiale in Bezug auf die Verringerung von atmosphärischen CO<sub>2</sub> sieht die Bundesregierung im Bereich von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien in
  - a) Deutschland,
  - b) Europa,
  - c) Entwicklungsländern und
  - d) Schwellenländern?

Bei der Beantwortung dieser Frage ist zu berücksichtigen, dass Potenziale unterschiedlich definiert werden und daher verschiedene, nicht direkt vergleichbare Zahlen dazu publiziert werden. Grundsätzlich bestehen große Unterschiede zwischen theoretisch möglichen, technisch umsetzbaren und sozioökonomisch realisierbaren Potenzialen. Nur ein Teil des theoretischen Potenzials ist mit heutiger Technik und unter Berücksichtigung standortspezifischer Eigenheiten erschließbar. Das technisch mögliche Potenzial ist wiederum nur zum Teil unter bestehenden regulatorischen, ökonomischen, ökologischen oder sozialen Einschränkungen nutzbar. Solche Einschränkungen resultieren beispielsweise aus Nutzungskonkurrenzen, Genehmigungsfähigkeit, Marktentwicklungen, Transportinfrastruktur, Verfügbarkeit von benötigter Energie und Rohstoffen oder öffentlicher Akzeptanz. Die Angabe realistisch umsetzbarer Potenziale ist meist nur für Einzelfälle möglich. Für die o. g. größeren Gebiete sind bereits die theoretischen Potenziale mit Unsicherheiten behaftet. Dazu hängen die Potenzialabschätzungen von Bedingungen ab, in denen definiert wird, was dazugerechnet wird oder was nicht, zum Beispiel Mindestanforderungen an Speichereigenschaften. Potenzialabschätzungen für größere Gebiete beinhalten zudem oft die Aggregation heterogener Daten aus unterschiedlichen Quellen, welches die Unsicherheiten erhöht.

#### 4.1 BECCS

Die Potenziale für BECCS sind eine Kombination von Speicherpotenzialen und Biomassepotenzialen, die räumlich nicht beliebig über Transportinfrastrukturen für Biomasse oder CO<sub>2</sub> verknüpft werden können. Das Biomassepotenzial ist neben der Dynamik von teilweise globalen Märkten auch der Dynamik und den Ungewissheiten des Klimawandels ausgesetzt. Aufgrund der genannten Unsicherheiten und Annahmen variieren publizierte Zahlen zu Biomassepotenzialen erheblich und Studien sind nur bedingt vergleichbar. Daher kommen Schwan et al. 2018<sup>3</sup> auch zum Schluss, dass für Deutschland die Biomassepotenziale für die energetische Nutzung nicht klar sind; insbesondere bestehen große Bandbreiten

---

<sup>3</sup> Schwan, Treichel, Schmauk 2018: Bioenergiepotenziale richtig bewerten und nutzen, Nebenwirkungen eindämmen

bei den mittel- und langfristigen Prognosen. Sie kommen jedoch unter Berücksichtigung der bestehenden Landnutzung sowie ökologischer und ökonomischer Gesichtspunkte zum Schluss, dass das Potenzial für eine zusätzliche energetische Nutzung von Biomasse in Deutschland stark begrenzt ist. Und damit sind auch die Potenziale für BECCS als unklar und stark begrenzt anzusehen.

In ihrer Mitteilung „Eine Europäische strategische, langfristige Vision für eine wohlhabende, moderne, wettbewerbsfähige und klimaneutrale Wirtschaft“ vom 28. November 2018 geht die EU-Kommission davon aus, dass langfristig CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien benötigt werden, um nicht vermeidbare Restemissionen aus anderen Sektoren, v. a. Landwirtschaft und Industrie, zu kompensieren und perspektivisch negative Emissionen zu erzielen. Im Vergleich zu den vorgeschlagenen Minderungsmaßnahmen zur Reduktion von 80 Prozent bis 94 Prozent der Emissionen des Basisjahres 1990 nehmen die „Technologien zur CO<sub>2</sub>-Entfernung“ (CCS inkl. BECCS) eine geringe Rolle ein. Die Entnahme von CO<sub>2</sub> durch BECCS variiert in den Szenarien der EU-Kommission zwischen 5 und 178 MtCO<sub>2</sub> im Jahr 2050. Im Verhältnis zu den Basisjahremissionen 1990 entspricht dies 0,1 Prozent bis 3 Prozent. Hierbei handelt es sich nicht um eine Potenzialanalyse, sondern um eine Abschätzung des notwendigen Einsatzes dieser Technologien unter Berücksichtigung der Kosteneffizienz und alternativer Handlungsoptionen.

#### 4.2 DACCS

Technischen Anlagen zum direkten Entzug von CO<sub>2</sub> aus der Luft sind noch in einem frühen Entwicklungsstadium und scheiden im Vergleich zur erforderlichen Emissionsminderung nur geringe Mengen an CO<sub>2</sub> ab. Sollten für den Betrieb von Untergrundspeichern sinnvolle Mengen von CO<sub>2</sub> abgeschieden werden, wären Anlagen in größeren Dimensionen erforderlich (1 000 bis 10 000 t/d; die Anlage der führenden schweizerischen Firma Climeworks bei Zürich scheidet gerade einmal 2,5 Tonnen pro Tag ab). Daher lassen sich derzeit keine belastbaren Prognosen abgeben über den Bedarf möglicher zukünftiger Großanlagen an Fläche, Energie, Wasser, Versorgung mit und Entsorgung von Betriebsstoffen oder Kosten. Im Übrigen benötigt diese Technologie ebenfalls eine Transportinfrastruktur für CO<sub>2</sub> und geeignete Speicherkapazitäten. Solange CO<sub>2</sub> an großen Punktquellen emittiert wird, ist die Abscheidung dort aufgrund der höheren CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den Gasströmen energetisch und ökonomisch im Vorteil. Die derzeitigen Kostenschätzungen variieren in einem weiten Bereich zwischen 20 und 1 000 US-Dollar/t<sup>4</sup> CO<sub>2</sub>. Daher ist auch die Abschätzung sozioökonomischer Potenziale sehr unsicher.

In der Vision der EU-Kommission sind keine Quantifizierungen für den Einsatz von DACCS vorgenommen worden.

#### 4.3 Fazit

Der Bundesregierung liegen keine belastbaren Informationen über die Potenziale der CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien in den bezeichneten Gebieten vor. Die Größenordnungen der sozioökonomisch und ökologisch vertretbaren Potenziale sollten jedoch nicht überschätzt werden.

---

<sup>4</sup> Lawrence et al. 2018: Evaluating climate geoengineering proposals in the context of the Paris Agreement temperature goals. *Nature Communications*, volume 9, Article number: 3734 (2018)

5. Plant die Bundesregierung, (marktwirtschaftliche) Konzepte zu entwickeln, um die bisher gegenüber der organischen CO<sub>2</sub>-Entnahme teurere technische CO<sub>2</sub>-Entnahme wettbewerbsfähiger zu machen bzw. zu fördern?

Wenn ja, wie?

Wenn nein, warum nicht?

Angesichts der noch ungeklärten Potenziale und Risiken und des Forschungsbedarfs plant die Bundesregierung zum jetzigen Zeitpunkt keine Förderung der technischen CO<sub>2</sub>-Entnahme. Im Übrigen wird auf die Antwort zu Frage 3 verwiesen.

6. Setzt sich die Bundesregierung im Rahmen der Weltklimakonferenz in Katowice (3. Dezember bis 14. Dezember 2018) dafür ein, dass auch international die Forschung und Entwicklung sowie Implementierung von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien vorangetrieben wird?

Wenn ja, in welchem Rahmen?

Wenn nein, warum nicht?

Die Bundesregierung hat sich auf der Weltklimakonferenz in Katowice nicht für die internationale Forschung und Entwicklung sowie Implementierung von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien eingesetzt, da im Mittelpunkt der Verhandlungen die Verabschiedung eines umfassenden Regelbuches stand, das eine Umsetzung und Anwendung der Vorgaben aus dem Übereinkommen von Paris ermöglicht.

7. Inwiefern unterstützt die Bundesregierung die Forschung zu und Verwendung von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien in Entwicklungs- und Schwellenländern, die insgesamt für 42 Prozent der jährlichen globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind?

Die Bundesregierung unterstützt aktuell keine Projekte, die die Forschung zu und Verwendung von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien in Entwicklungs- und Schwellenländern fördern.

8. Welche konkreten Projekte und Maßnahmen werden im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit der Bundesrepublik Deutschland mit Entwicklungs- und Schwellenländern durchgeführt, um den Einsatz von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien zu fördern (bitte konkrete Projekte und Maßnahmen mit finanziellem Aufwand sowie entsprechende Länder benennen)?

Im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit der Bundesrepublik Deutschland mit Entwicklungs- und Schwellenländern werden keine Projekte oder Maßnahmen durchgeführt, die den Einsatz von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien fördern.

9. Inwiefern und in welchem Rahmen kooperieren das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung im Bereich der Forschung und Entwicklung von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien?

Es besteht keine Kooperation des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung im Bereich der Forschung und Entwicklung von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien.

10. Inwiefern und in welchem Rahmen kooperiert das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit mit welchen anderen Ressorts im Bereich von Forschung, Entwicklung und Implementierung von technischen CO<sub>2</sub>-Entnahmetechnologien?

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit ist an den Beratungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zur Prüfung der Auflage eines BMBF-Forschungsprogramms zu negativen Emissionen/CDR beteiligt (siehe Antwort zu Frage 3).

