

Empfehlungen für eine deutsche Langfriststrategie zur Kohlendioxid-entnahme im großen Maßstab

Wenn die Menschheit die globale Erwärmung bis zum Jahr 2100 auf 1,5 Grad begrenzen will, muss sie bis zum Jahr 2050 Kohlendioxidneutralität und danach zügig netto negative Emissionen erreichen. Die Reduktion von Emissionen hat dabei oberste Priorität und muss mit Abstand den größten Beitrag leisten.

Allerdings ist heute schon absehbar: Selbst bei einem Gelingen der Energie-, Wärme- und Verkehrswende werden künftig in der Landwirtschaft und in anderen Industriezweigen noch immer Treibhausgase entstehen, deren Entweichen in die Atmosphäre nur schwer oder gar nicht verhindert werden kann. Diese Restemissionen werden wir ausgleichen müssen, indem wir eine gleichwertige Menge Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre entnehmen (englisch: Carbon Dioxide Removal, CDR). Das gesetzlich verbriefte Ziel dabei lautet, eine Netto-Null der Treibhausgasemissionen zu erreichen – in Deutschland bis 2045, EU-weit bis 2050.

Diese sogenannten „negativen Emissionen“ werden nicht nur zur Kompensation der Restemissionen benötigt. Langfristig besteht die Hoffnung, durch eine fortlaufende CO₂-Entnahme in sehr großem Maßstab die CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre zu senken und so die globale Erwärmung zurückzudrehen. Dafür müsste der Atmosphäre mehr CO₂ entnommen und dieses dauerhaft genutzt oder gespeichert werden, als im selben Zeitraum Treibhausgase freigesetzt werden.

Sowohl das deutsche Klimaschutzgesetz als auch das EU-Klimagesetz sehen vor, dass ab Mitte des Jahrhunderts eine netto negative Treibhausgasbilanz erreicht werden soll. Welche Rolle neue technische CO₂-Entnahmemethoden dabei spielen können und sollen und in welchem Maßstab sie innerhalb Deutschlands eingesetzt werden können, ist bislang unklar. Eine nationale Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme muss hier zeitnah Antworten liefern.

KERNAUSSAGEN:

1. Deutschland wird der Atmosphäre langfristig viele Millionen Tonnen Kohlendioxid entnehmen müssen, wenn es seine Klimaziele erreichen will. Um diese Aufgabe zu meistern, braucht es eine nationale Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme.

Deutschland wird ab 2045 Restemissionen in Höhe von mindestens 60 bis 130 Millionen Tonnen Kohlendioxidäquivalenten pro Jahr erzeugen und diese durch eine gezielte CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre ausgleichen müssen.

2. Mithilfe einer nationalen Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme könnte Deutschland als einer der ersten EU-Mitgliedstaaten ein breites Portfolio von Entnahmemethoden in die eigene Klimapolitik integrieren. Die Regierung würde so Planungssicherheit schaffen – sowohl für die Zeit bis 2045 als auch darüber hinaus.

Wenn sich Deutschland ambitionierte Entnahmeziele für die kommenden 20 Jahre sowie für die Zeit nach dem Erreichen der Treibhausgasneutralität setzt, würde sich das Land als Vorreiter in der CO₂-Entnahmepolitik positionieren.

3. Die Langfriststrategie muss skizzieren, wie der massive Ausbau vielversprechender CO₂-Entnahmeverfahren gelingen soll und auf welche Weise er finanziert werden könnte.

Ob der benötigte Hochlauf allein durch öffentliche Gelder finanziert werden kann und sollte, muss im Strategieprozess diskutiert und beantwortet werden.

4. Eine nationale Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme wird nur dann eine breite Zustimmung in der Bevölkerung erfahren, wenn sie in Zusammenarbeit aller gesellschaftlich relevanten Akteur:innen entsteht. Darüber hinaus sollte sie Leitlinien für ein robustes Entnahmeregulierungswerk sowie für verlässliche Anreizmechanismen vorbereiten und Instrumente zur Lösung einhergehender Ziel- und Verteilungskonflikte vorsehen.

Der Stakeholderdialog zur gemeinsamen Entwicklung der deutschen Carbon-Management-Strategie könnte als Vorlage für die bevorstehende Debatte zur CO₂-Entnahme dienen.

1. Deutschland wird der Atmosphäre langfristig viele Millionen Tonnen Kohlendioxid entnehmen müssen, wenn es seine Klimaziele erreichen will. Um diese Aufgabe zu meistern, braucht es eine nationale Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme.

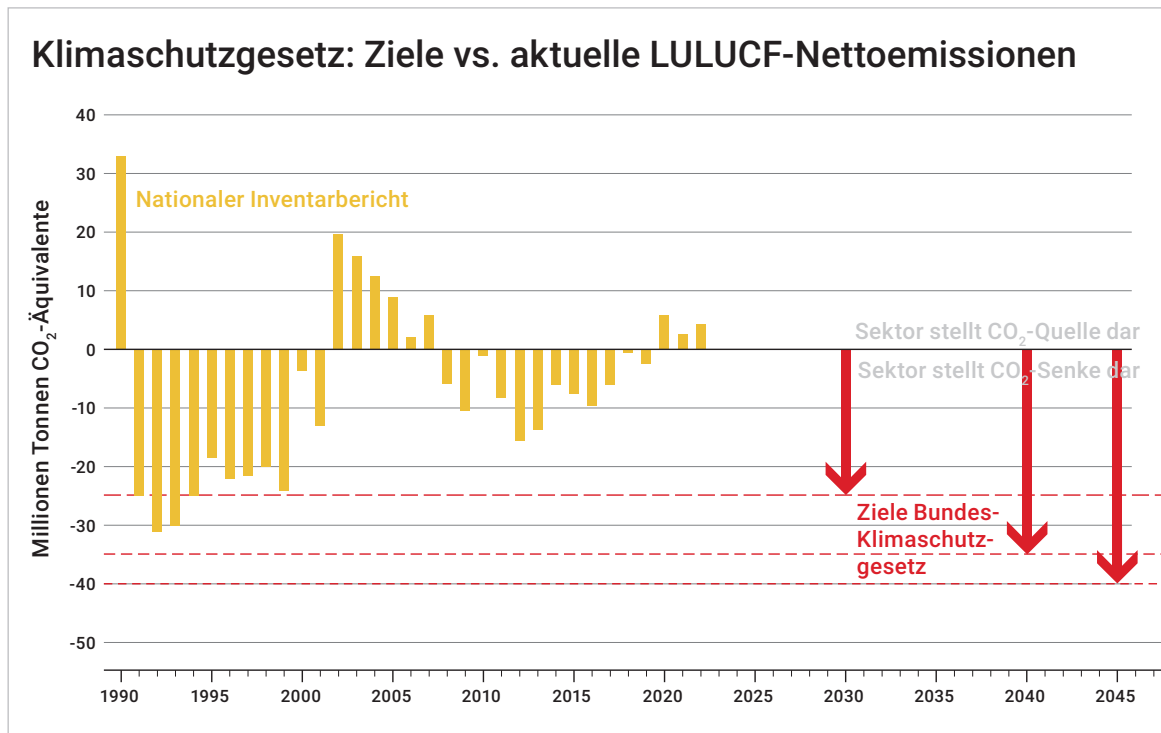
Deutschland wird ab 2045 Restemissionen in Höhe von mindestens 60 bis 130 Millionen Tonnen Kohlendioxidäquivalenten pro Jahr erzeugen und diese durch eine gezielte CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre ausgleichen müssen.

Ein Teil der erforderlichen CO₂-Entnahme soll durch konventionelle CDR-Verfahren erfolgen. Dazu gehören erprobte natürliche Methoden wie das (Wieder-)Aufforsten von Wäldern und nachhaltige Formen der Landwirtschaft, durch die unter anderem mehr Kohlenstoff im Boden gespeichert wird. Entsprechende Zielvorgaben für die Netto-Entnahmeleistung des Sektors Landnutzung und Forstwirtschaft (englisch: Land Use, Land Use Change and Forestry, LULUCF) sind im deutschen Klimaschutzgesetz festgelegt. Demnach soll die zusätzliche CO₂-Aufnahme von Böden und Landvegetation in Deutschland bis zum Jahr 2045 auf 40 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente gesteigert werden.

Ähnlich lautende Vorgaben macht auch die LULUCF-Verordnung der Europäischen Union. Sie setzt Deutschland das ehrgeizige Ziel,

die Netto-CO₂-Entnahmeleistung seiner Wälder, Wiesen und Böden bereits bis zum Jahr 2030 auf mehr als 30 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente zu steigern. Gebraucht wird dafür jedoch eine Trendwende: Aktuellen Zahlen zufolge setzen Landvegetation und Böden in Deutschland sowohl im Jahr 2020 als auch 2021 in der Summe mehr CO₂ frei als sie aufnehmen. Sie wirkten demnach das zweite Jahr infolge als Treibhausgasquelle – und nicht wie angestrebt als CO₂-Senke (siehe Abbildung).

Alle Restemissionen, die nicht durch konventionelle CDR-Verfahren kompensiert werden können, wird man durch neue technische CO₂-Entnahmemethoden ausgleichen müssen. Darunter fallen Verfahren wie die beschleunigte Gesteinsverwitterung (englisch: Enhanced Weathering, EW), die direkte CO₂-Abscheidung aus der Umgebungsluft mit anschließender Speicherung (englisch: Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS), oder aber die Energiegewinnung aus Biomasse mit anschließender CO₂-Abscheidung und -Speicherung (englisch: Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS). Das abgeschiedene CO₂ kann auf verschiedene Weisen gespeichert werden, zum Beispiel als reines CO₂ oder in anderen kohlenstoffhaltigen Produkten wie Pflanzenkohle oder Baumaterialien. Verfahren, bei denen Kohlendioxid aus fossilen Quellen abgeschieden, genutzt oder gespeichert oder das CO₂ wieder freigesetzt wird, zählen nicht – denn sie führen nicht zu einer CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre.



Diese Grafik zeigt die Emissionsbilanz von Landvegetation und Böden in Deutschland. Sie verdeutlicht: Ihre CO₂-Entnahmeleistung muss drastisch und umfassend ausgebaut werden, wenn die im Klimaschutzgesetz festgeschriebenen Entnahmeziele für die Jahre 2035, 2040 und 2045 erreicht werden sollen. Die dargestellten Emissionen beinhalten sowohl Kohlendioxid als auch Methan und Lachgas. Ihre Menge wird deshalb in Kohlendioxidäquivalenten angegeben. © 2024 Thünen-Institut | Anpassung: CDRterra

Wenn Deutschland im Jahr 2045 Restemissionen in Höhe von 40 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten durch land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen und schätzungsweise 20 bis 90 Millionen CO₂-Äquivalente durch technische Entnahmeverfahren kompensieren will, braucht es dafür einen klaren Plan, der weit in die Zukunft reicht. Eine CO₂-Entnahme in dieser Größenordnung erfordert nämlich den Aufbau eines eigenen CO₂-Entnahmesektors.

Aber wie viele negative Emissionen kann und muss dieser neue Wirtschaftszweig unter welchen Voraussetzungen wo in Deutschland erzeugen? Welche Methoden sollen zum Einsatz kommen? Und wie könnte ein verlässlicher Verwaltungs- und Regulierungsrahmen aussehen? Diese Fragen müssen in der im Koalitionsvertrag angekündigten Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme diskutiert und beantwortet werden. Zudem sollte im Rahmen ähnlicher Strategieprozesse auf EU-Ebene diskutiert werden, wie die Mitgliedstaaten beim Ausbau ihrer technischen CO₂-Entnahmekapazitäten kooperieren und von möglichen Synergien profitieren könnten. Denkbar wäre zum Beispiel eine Zusammenarbeit beim Bau grenzüberschreitender CO₂-Pipelines.

Diese Prozesse dienen als wichtiger Startpunkt für Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft, den Aufbau eines nationalen Wirtschaftszweiges zur CO₂-Entnahme voranzubringen.

Wissenschaftler:innen des Forschungsvorhabens CDRterra haben in den zurückliegenden drei Jahren bereits die Machbarkeit und Risiken vielversprechender CO₂-Entnahmeverfahren an Land untersucht. Außerdem entwickeln die Forschenden einen Bewertungsrahmen für CO₂-Entnahmeverfahren. Dieser soll Verantwortliche künftig in die Lage versetzen, die wirksamsten und gleichzeitig risikoärmsten CDR-Methoden auszuwählen, um sicherzustellen, dass ihr Einsatz gesellschaftlich akzeptabel und zudem ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist. Die Forschungsergebnisse liefern wichtige Anhaltspunkte zum natürlichen und technischen CO₂-Entnahmepotenzial in Deutschland sowie zu vorhersehbaren Landnutzungs- und -verteilungskonflikten und deren Lösung. Sie können deshalb als wissenschaftliche Basis für den anstehenden Strategieprozess dienen.

2. Mithilfe einer nationalen Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme könnte Deutschland als einer der ersten EU-Mitgliedstaaten ein breites Portfolio von Entnahmeverfahren in die eigene Klimapolitik integrieren. Die Regierung würde so Planungssicherheit schaffen – sowohl für die Zeit bis 2045 als auch darüber hinaus.

Wenn sich Deutschland ambitionierte Entnahmeziele für die kommenden 20 Jahre sowie für die Zeit nach dem Erreichen der Treibhausgasneutralität setzt, würde sich das Land als Vorreiter in der CO₂-Entnahmepolitik positionieren.

Die Restemissionen auf ein Minimum zu reduzieren und der Atmosphäre CO₂ im erforderlichen Umfang zu entnehmen, verlangt einen politisch-gesellschaftlichen Kraftakt, flankiert von relevanter Forschung. Aufgabe ist nämlich, ein breites Portfolio von Entnahmeverfahren zu entwickeln, die technologisch und wirtschaftlich umgesetzt werden können, möglichst geringe Risiken bergen, deren Vorteile und Lasten sozial verträglich geteilt werden und die einer nachhaltigen Entwicklung nicht im Wege stehen.

Wie diese Ziele erreicht werden sollen, muss in einer Langfriststrategie erörtert werden. Diese kann Entscheidungsträger:innen anschließend als Leitfaden dienen. Das heißt, Verordnungen und Gesetze müssten den strategischen Vorgaben entsprechend erlassen, verändert oder abgeschafft werden.

Die Strategie sollte deshalb folgende Kernthemen umfassen:

- Es muss geklärt werden, wie hoch die zu erwartenden Restemissionen sind und wie viel CO₂ Deutschland der Atmosphäre mittelfristig (bis 2045) und langfristig (nach Erreichen der Treibhausgasneutralität) entnehmen muss (Entnahmebedarf). Wie hoch Deutschlands Restemissionen in den Jahren bis 2060 und darüber hinaus sein werden, ist aktuell ungewiss. Entsprechende Berechnungen und Szenarien fehlen bislang und sollten von der Wissenschaft erstellt werden.
- Sie muss darlegen, ob das Entnahmepotenzial konventioneller und neuer Entnahmeverfahren innerhalb Deutschlands ausreicht, um den Entnahmebedarf mittel- und langfristig zu decken. Abschätzungen und mögliche Zielsetzungen zur CO₂-Entnahme sollten auf Basis realistischer Einsatzszenarien erfolgen – insbesondere auch bezüglich des Flächenverbrauchs.
- Es sollten Politikinstrumente beziehungsweise deren Rahmenbedingungen festgelegt werden, die dazu führen, dass ein risikoarmes Portfolio an CO₂-Entnahmemassnahmen möglichst kostengünstig sowie umwelt- und sozialverträglich zur Verfügung steht. Dazu müssen alle zur Verfügung stehenden Methoden bewertet werden – sowohl im Hinblick auf ihr Entnahmepotenzial als auch auf mögliche Kosten, Vorteile und Risiken.

Die Strategie sollte der Anstoß für Überlegungen sein, wie ausgewählte Methoden rechtzeitig im erforderlichen Umfang eingesetzt werden können. Expert:innen sprechen vom „Hochlauf“ oder „bedarfsgerechten Ausbau“ der entsprechenden Methoden. Um diesen zu gewährleisten, braucht es entsprechende rechtliche, finanzielle und infrastrukturelle Voraussetzungen.

Wichtig ist: Alle neuen CO₂-Entnahmepläne müssen mit den Strategien und Zielsetzungen der Bundesregierung verzahnt werden, die auf eine Vermeidung oder Reduktion von Treibhausgasemissionen abzielen. Dazu gehören insbesondere das Klimaschutzgesetz, die

Biomasse- und Kreislaufwirtschaftsstrategie sowie die deutsche Carbon-Management-Strategie (CMS). Das Klimaschutzgesetz gibt das Ziel vor, dass Deutschlands Wälder, Wiesen, Feuchtgebiete und Böden im Jahr 2045 mindestens 40 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente mehr aufnehmen und speichern, als sie durch andere Prozesse abgeben. In der Carbon-Management-Strategie hingegen wird beschrieben, auf welche Weise Kohlendioxid aus fossilen Quellen an seiner Emissionsquelle abgeschieden und für eine anschließende Nutzung oder Speicherung weitertransportiert werden soll. Einige dieser Vorgaben sind auch für technische Entnahmeformen mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung relevant (zum Beispiel BECCS und DACCS).

Außerdem muss die nationale Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme mit den Klimaschutzplänen der Europäischen Union verzahnt werden. Maßgebend sind hier unter anderem die „EU Industrial Carbon Management Strategy“ sowie das EU-Klimaziel für das Jahr 2040. Ein Strategiedokument zu Carbon Management hat die Europäische Kommission im Februar 2024 vorgelegt. Dieses enthält ein Unterkapitel zur technischen CO₂-Entnahme und nennt Zielgrößen für die Jahre 2040 und 2050. Ein Gesetzentwurf für das EU-Klimaziel 2040 ist für den Herbst 2024 angekündigt. Auch er wird vermutlich Zielgrößen für die technische CO₂-Entnahme enthalten und würde so gemeinsam mit der Industrial-Carbon-Management-Strategie den übergreifenden Rahmen vorgeben.

Ein nationaler Strategieprozess bietet außerdem die Gelegenheit, gemeinsam zu überlegen, wie EU-weite Ziele und Vorgaben zur CO₂-Entnahme sowie zur Anrechnung sogenannter Entnahmezertifikate in nationales Recht umgesetzt werden könnten.

Mit einer nationalen CDR-Langfriststrategie, die weit über den Zeitpunkt der Treibhausgasneutralität (ab 2045) hinausreicht und klare Vorstellungen über den Regulierungsrahmen und mögliche Geschäfts- und Finanzierungsmodelle enthält, gäbe die Bundesregierung Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft langfristige Investitions- und Planungssicherheit. Sie würde alle Akteur:innen motivieren, entsprechende Entwicklungen anzuschließen. Beides wird dringend benötigt, sollte Deutschland zeitnah einen CO₂-Entnahmesektor im erforderlichen Umfang aufbauen wollen.

Im Rahmen der Strategieentwicklung sollte außerdem Folgendes kritisch hinterfragt werden: Welche CO₂-Entnahmepotenziale können innerhalb Deutschlands realisiert werden? Im Zuge dessen stellen sich auch die Fragen, in welche Entnahme- und Speicherabhängigkeiten sich Deutschland langfristig begeben wollen würde, welche Gesetzesänderungen im Falle bilateraler Kooperationen notwendig wären und welche grenzüberschreitenden CO₂-Transportinfrastrukturen gegebenenfalls gebaut werden müssten.

Länder wie Dänemark und Schweden haben Strategieprozesse zur CO₂-Entnahme bereits angestoßen. Die USA gehen mit großen

Investitionen voran. Deutschland hat den Prozess bereits angestoßen und darf jetzt nicht den Anschluss verlieren.

3. Die Langfriststrategie muss skizzieren, wie der massive Ausbau vielversprechender CO₂-Entnahmeverfahren gelingen soll und auf welche Weise er finanziert werden könnte.

Ob der benötigte Hochlauf allein durch öffentliche Gelder finanziert werden kann und sollte, muss im Strategieprozess diskutiert und beantwortet werden.

In Deutschland werden neue technische Verfahren zur CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre bislang nicht in nennenswertem Umfang eingesetzt. Aus diesem Grund fehlen auch noch praktische Erfahrungen zur Umsetzung entsprechender Methoden sowie zu deren Erfolgsraten, Risiken und Kosten. Fachleute empfehlen deshalb, die Langfriststrategie zum Umgang mit negativen Emissionen in eine Testphase und eine anschließende Ausbauphase zu unterteilen.

In der Testphase könnten ausgewählte Entnahmeformen zunächst in Demonstrationsprojekten eingesetzt werden. Wissenschaftler:innen und auch Start-ups bekämen so die Chance, nicht nur ihre Annahmen zum Entnahmepotenzial einzelner Methoden unter realistischen Bedingungen zu überprüfen. Sie könnten auch neu entwickelte Verfahren zur einheitlichen Messung, Kontrolle und Dokumentation von Kohlendioxidflüssen und -speichern einsetzen und ihre praktische Eignung testen. Verlässliche Mess-, Kontroll- und Berichtsverfahren werden benötigt, um ein transparentes Zertifizierungssystem für erfolgreiche Kohlendioxidentnahmen zu entwickeln. Dieses sollte nicht nur die generierten CO₂-Flüsse abbilden, sondern bestenfalls auch die Lasten und Folgekosten des Entnahmeprozesses abdecken.

Eine Vergabe von Entnahmezertifikaten könnte Investoren und Unternehmen motivieren, in den Ausbau neuer Entnahmeverfahren zu investieren.

Durch welche Anreize privatwirtschaftliche Investitionen in der Ausbauphase angeregt werden sollen, muss ebenfalls in der Langfriststrategie dargelegt werden. Dazu gehören auch Überlegungen, wie sich mittelfristig eine bestimmte Entlohnung pro Tonne entnommenen Kohlendioxids realisieren ließe. Ein Vorschlag lautet, technische CO₂-Entnahmen in den europäischen Emissionshandel (ETS) zu integrieren. Eine zweite Möglichkeit wäre: Man gibt ein verpflichtendes Entnahmebudget für alle EU-Mitgliedstaaten vor, stellt Gutachten auf erfolgreiche CO₂-Entnahmen aus und handelt diese Entnahmezertifikate dann ebenso, wie dies bislang im europäischen Emissionshandel mit Emissionszertifikaten geschieht – dann jedoch auf einem eigenen Markt für Entnahmezertifikate.

4. Eine nationale Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme wird nur dann eine breite Zustimmung in der Bevölkerung erfahren, wenn sie in Zusammenarbeit aller gesellschaftlich relevanten Akteur:innen entsteht. Darüber hinaus sollte sie Leitlinien für ein robustes Entnahmeregelsystem sowie für verlässliche Anreizmechanismen vorbereiten und Instrumente zur Lösung einhergehender Ziel- und Verteilungskonflikte vorsehen.

Der Stakeholderdialog zur gemeinsamen Entwicklung der deutschen Carbon-Management-Strategie könnte als Vorlage für die bevorstehende Debatte zur CO₂-Entnahme dienen.

Für die deutsche CMS hat die Bundesregierung fast ein Jahr lang relevante Themenaspekte mit Partner:innen aus Politik, Wirtschaft, Forschung und Zivilgesellschaft diskutiert. Ähnlich könnte auch die Arbeit an der bevorstehenden Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme aussehen – vorausgesetzt, sie erfährt eine ähnliche Priorität wie die CMS und es wollen sich ebenso viele Akteur:innen an dem neuen Strategieprozess beteiligen wie an den Debatten zur Abscheidung, Speicherung oder Nutzung von Emissionen aus fossilen Quellen.

Bisherige Interessensbekundungen sprechen für einen kleineren Teilnehmendenkreis. Dies sollte die Bundesregierung motivieren, für eine breitere Beteiligung zu werben – vor allem in Wirtschaft und Industrie. Für die Lösung der bevorstehenden Aufgaben wäre nämlich aus drei Gründen wichtig, dass sich auch die Privatwirtschaft umfänglich in den Strategieprozess einbringt:

- Industrieunternehmen werden einen wichtigen Beitrag zum Ausbau der technischen Entnahmekapazitäten leisten müssen.
- Der Einsatz von CO₂-Entnahmeverfahren im erforderlichen Maßstab kann eine Vielzahl von Nutzungs- und Verteilungskonflikten hervorrufen. Zu nennen sind hier insbesondere der Wettstreit um Landflächen, Wasser und Energie aus erneuerbaren Quellen sowie Auseinandersetzungen darüber, welche Akteur:innen finanziell von der CO₂-Entnahme profitieren und welche Bevölkerungsgruppen die Lasten und Folgekosten tragen müssen. Die Entwicklung einer nationalen Langfriststrategie gäbe Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft erstmals die Gelegenheit, die möglichen Folgen und Konflikte einer CO₂-Entnahme im industriellen Maßstab zu diskutieren, gemeinsam Lösungen, Regelwerke und Kompensationsmechanismen zu entwickeln und zu alledem auch darüber nachzudenken, wie konkrete CO₂-Entnahmeprojekte vor Ort genehmigt und umgesetzt werden können. Entsprechende Debatten finden bislang nur in informierten Kreisen statt.
- Im Zuge des Strategieprozesses muss sichergestellt werden, dass die Machbarkeit einer CO₂-Entnahme möglichst keine anderen

Maßnahmen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen einschränkt oder schlimmstenfalls sogar ersetzt. Menschen gemachte Emissionen zu vermeiden, muss das oberste Ziel der Klimapolitik bleiben.

Die öffentliche Akzeptanz technischer CO₂-Entnahmen im sehr großen Maßstab hängt außerdem davon ab, inwiefern es klare, glaubwürdige und möglichst einheitliche Beobachtungs-, Kontroll-, und Berichtsvorschriften für die verschiedenen Entnahmemethoden gibt.

Die Europäische Kommission hat im November 2022 ein Regelwerk zur Zertifizierung von CO₂-Entnahmen aus der Atmosphäre vorgestellt, das im Februar 2023 beschlossen wurde (Carbon Removal Certification Framework, CRCF). Dieses Regelwerk sieht vor, dass die EU-Kommission gemeinsam mit einer Expert:innengruppe konkrete Beobachtungs-, Kontroll-, und Berichtsvorschriften für jede einzelne Entnahmemethode entwickelt. Diese wiederum sollen auch die Entwicklung eines Zertifizierungssystems für CO₂-Entnahmen ermöglichen, regelmäßige Überprüfungen der Entnahmeprojekte durch unabhängige Fachleute sicherstellen und Haftungsfragen klären.

Wenn es auf diesem Wege gelänge, ein tragfähiges und transparentes Regelwerk für die Vergabe von Entnahmezertifikaten zu entwickeln, könnten sich EU-weite CO₂-Entnahmebudgets und der dazugehörige Zertifikatehandel zu einem wirksamen und öffentlich akzeptierten Instrument der europäischen Klimapolitik entwickeln.

FAZIT

Wenn Deutschland seine Restemissionen ausgleichen will, braucht es eine CO₂-Entnahme im industriellen Maßstab. Jetzt ist es an der Zeit, zu überlegen, welche Entnahmekapazitäten mittel- und langfristig benötigt werden und wie diese aufgebaut werden sollen. Mit einer Langfriststrategie zur CO₂-Entnahme im großen Maßstab würde die Bundesregierung Planungssicherheit schaffen und Akteur:innen aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft vor die Herausforderung stellen, gemeinsam Antworten auf komplexe Zukunftsfragen zu finden. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens CDRterra liefern wichtige Anhaltspunkte zu den CO₂-Entnahmepotenzialen in Deutschland, zu vorhersehbaren Landnutzungs- und -verteilungskonflikten sowie zu deren Lösung. Sie bieten somit eine solide wissenschaftliche Basis für den bevorstehenden Strategieprozess.

CDRterra – WEGE IN EINE TREIBHAUSGASNEUTRALE ZUKUNFT ERFORSCHEN

Im Forschungsprogramm CDRterra untersuchen über 100 Wissenschaftler:innen in zehn Verbundprojekten, wie und in welchem Umfang Methoden zur Kohlendioxidentnahme aus der Atmosphäre an Land dazu beitragen können, den Klimawandel zu begrenzen. Dabei berücksichtigen sie politische, ökologische, technische, ökonomische und gesellschaftliche Fragen. Das Ziel der Forschenden ist, die Potenziale und Risiken der verschiedenen Verfahren umfassend und einheitlich zu bewerten. Auf Basis dieser Forschung können Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit anschließend jene CDR-Methoden auswählen, die von der Gesellschaft akzeptiert werden, politisch und technisch umsetzbar sind und von Fachleuten als ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll eingestuft wurden. Das Synthesevorhaben CDRSynTra führt die Ergebnisse aus allen Projekten zusammen. Es bildet zudem die zentrale Schnittstelle zur parallel laufenden Forschungsmission CDRmare, welche marine Verfahren der Kohlendioxidentnahme untersucht.

Verwendete Literatur:

- Schenuit, F., Gidden, M. J., Boettcher, M. et al.: Secure robust carbon dioxide removal policy through credible certification. *Commun Earth Environ* 4, 349 (2023). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01014-x>
- Geden, O., Knopf, B., Schenuit, F.: Der Emissionsbudget-Ansatz in der EU-Klimapolitik. SWP-Aktuell 2023/A47 (2023). <https://www.swp-berlin.org/publikation/der-emissionsbudget-ansatz-in-der-eu-klimapolitik>
- Burke, J. & Schenuit, F.: Trading carbon removals: establishing the rules of the game. *Commentary*, London School of Economics and Political Science (2023). <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/news/trading-carbon-removals-establishing-the-rules-of-the-game/>
- EU Commission: Carbon Removal Certification. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/sustainable-carbon-cycles/carbon-removal-certification_en
- Ariadne Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 Szenarien und Pfade im Modellvergleich (2021). <https://ariadneprojekt.de/publikation/deutschland-auf-dem-weg-zur-klimaneutralitaet-2045-szenarienreport/>
- A. Gensior, S. Drexler, R. Fuß, W. Stümer, S. Rüter: Treibhausgasemissionen durch Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) (2024). <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/treibhausgas-emissionen-lulucf>

Impressum Prof. Dr. Julia Pongratz, julia.pongratz@lmu.de
Ludwig-Maximilians-Universität München
Geschwister-Scholl-Platz 1
80539 München

Verfasst unter Mitwirkung von folgenden Wissenschaftler:innen aus dem CDRterra-Projekt CDRSynTra:

Dr. Felix Schenuit, felix.schenuit@swp-berlin.org

Dr. Jan Minx, minx@mcc-berlin.net

Prof. Dr. Julia Pongratz, julia.pongratz@lmu.de

Dr. Oliver Geden, oliver.geden@swp-berlin.org

Prof. Dr. Sabine Fuss, fuss@mcc-berlin.net

Redaktion: Karin Adolph, Lukas Fehr

Texte: Sina Löschke, schneehohl.net

Design und Grafik: Björn Maier, Christine Meyer // Mai 2024