



# Positionspapier Carbon Management

Klima- und Biodiversitätskrise zusammendenken



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>3</b>
------------------------	----------

---

<b>CARBON MANAGEMENT IM NABU</b>	<b>4</b>
----------------------------------	----------

---

<b>GRUNDVERSTÄNDNIS CARBON-MANAGEMENT-METHODEN</b>	<b>7</b>
--	----------

---

<b>Natürliche Kohlenstoffsinken</b>	<b>9</b>
<b>Technische Kohlenstoffsinken</b>	<b>10</b>

<b>ZWISCHEN VISION UND REALITÄT</b>	<b>15</b>
-------------------------------------	-----------

---

<b>Zielbild</b>	<b>15</b>
Istzustand: Treibhausgasquellen und Emissionsvermeidung	16
Istzustand: natürliche CO <sub>2</sub> -Senken	17
Zwischenfazit	17
Istzustand: technische CO <sub>2</sub> -Senken	19

<b>FAZIT</b>	<b>20</b>
--------------	-----------

---

<b>NABU-KERNFORDERUNGEN</b>	<b>21</b>
-----------------------------	-----------

---

<b>ANHANG</b>	<b>24</b>
---------------	-----------

---

<b>Abkürzungen</b>	<b>24</b>
<b>Glossar</b>	<b>25</b>
<b>Quellen</b>	<b>27</b>
<b>NABU vor Ort</b>	<b>31</b>

# ZUSAMMENFASSUNG

---

Der NABU betrachtet Carbon Management als eine Möglichkeit, die Klima- und Biodiversitätskrisen gleichzeitig zu adressieren. Unter dem Konzept Carbon Management finden sich Maßnahmen zur Vermeidung, Abtrennung, Speicherung und Nutzung von CO<sub>2</sub>. Der NABU sieht darin Chancen für den Klima- und Naturschutz, warnt jedoch vor Risiken, insbesondere vor der Gefahr eines „Greenwashings“. Der NABU fordert, dass die Emissionsvermeidung und natürliche Senken priorisiert werden und technisches Carbon Management auf unvermeidbare Restemissionen begrenzt wird.

Jede vermiedene Tonne CO<sub>2</sub>-Ausstoß trägt dazu bei, die Klimakrise nicht weiter anzufeuern. Natürliche Senken wie Wälder, Moore und Ozeane spielen eine zentrale Rolle, um Kohlenstoffdioxid der Atmosphäre wieder zu entziehen. Natürliche Senken speichern nicht nur Kohlenstoff, sondern fördern auch die Biodiversität und bieten ökologische Vorteile wie Hochwasserschutz und die Wiederherstellung des Wasserhaushalts. Der NABU betont, dass vorrangig diese Senken geschützt und renaturiert werden müssen, da sie sowohl kosteneffizienter als auch nachhaltiger als technische Lösungen sind.

Angesichts der aktuellen Entwicklungen sieht der NABU die Notwendigkeit, neben den natürlichen Senken auch technische Methoden einzusetzen, um die ambitionierten Klimaziele zu erreichen. Auch nach 2045 wird Deutschland zusätzliche Restemissionen verursachen, weshalb ein kombinierter Ansatz erforderlich ist.

Technische CO<sub>2</sub>-Senken wie Carbon Capture and Storage (CCS) und Carbon Capture and Utilization (CCU) werden als Möglichkeit angesehen, sollten jedoch auf unvermeidbare Restemissionen, etwa aus der Zementindustrie, beschränkt bleiben. Der Ausbau der erforderlichen Infrastruktur, wie Pipelines und Speicherstätten, birgt ökologische Risiken und muss streng reguliert werden. Energieintensive Verfahren wie BECCS (Bioenergie mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung) und DACCS (Direct Air Carbon Capture and Storage) sind nach Ansicht des NABU kritisch zu bewerten, da sie erhebliche Zielkonflikte mit dem Naturschutz und der Verfügbarkeit von Ressourcen verursachen können. Der Verband lehnt insbesondere die Nutzung zusätzlicher Biomasse für BECCS sowie den Einsatz von kurzlebigen CCU-Anwendungen wie E-Fuels für den Straßenverkehr ab.

Der NABU schlägt folgende konkrete Schritte vor: die gesetzliche Verankerung von Emissionsvermeidungsmaßnahmen, die finanzielle Förderung und den Schutz natürlicher Senken sowie eine strikte Regulierung technischer Lösungen. Dabei sollen Umweltverträglichkeitsprüfungen und transparente Zertifizierungen sicherstellen, dass technische Maßnahmen keine irreversiblen Schäden verursachen. Zudem fordert der NABU eine konsequente Orientierung an einem „Nature-Positive“-Ansatz, bei dem der Schutz von Klima und Natur gleichberechtigt verfolgt wird.

Zusammenfassend sieht der NABU in einem integrierten Ansatz die einzige Möglichkeit, die Klima- und Biodiversitätskrise zu bewältigen. Dies erfordert eine Kombination aus Vermeidung, natürlichen Senken und nachhaltigen Technologien, wobei der Fokus auf der Minimierung von Risiken und der Förderung der Naturverträglichkeit liegt.

# CARBON MANAGEMENT

---

## IM NABU

---

### Natur- und Klimaschutz zusammendenken



Die Erde erhitzt sich zunehmend. Emissionsvermeidung muss oberste Priorität haben. Natürliche Senken müssen so viele der verbleibenden Emissionen ausgleichen wie möglich. Wo keine anderen Möglichkeiten bestehen, muss das technische Carbon Management zum Einsatz kommen.

Der NABU hat den Anspruch, die Klima- und Biodiversitätskrise zusammenzudenken. Dies betrifft auch den Prozess aus Vermeidung, Abtrennung und Speicherung oder Zwischennutzung von Kohlenstoffdioxid, das sogenannte Carbon Management. Als Verband sehen wir uns mit der Herausforderung konfrontiert, die Chancen und Risiken im Sinne ihrer Naturverträglichkeit sorgfältig abzuwägen und auf dieser Grundlage bei der Gestaltung von technologischen Entwicklungen und gesetzlichen Rahmenbedingungen mitzuwirken.

Carbon Management kann den Wandel zu einem klimaneutralen Gesellschafts- und Wirtschaftssystem beschleunigen, Negativemissionen fördern und gleichzeitig unsere Biodiversität wahren und wiederherstellen. Andererseits sehen wir auch die Gefahr, dass die fossile Industrie mit Carbon Capture and Storage (CCS) die Nutzung von Gas oder gar Kohle grün wäscht. Dadurch würde die fossile Energieerzeugung verlängert, also ein politischer Lock-in-Effekt entstehen. Deshalb setzt sich der NABU dafür ein, CCS auf die notwendigen Restemissionen zu begrenzen sowie die Zielkonflikte und Risiken der verschiedenen Verfahren für Ökosysteme zu adressieren und zu minimieren.

Um naturverträgliches Carbon Management zu betreiben, ist die Priorisierung der verschiedenen Kohlenstoffdioxid-Management-Aktivitäten von größter Relevanz. Die höchste Priorität hat die Emissionsvermeidung. Jede Tonne Treibhausgase, die nicht ausgestoßen wird, erleichtert es, die Klima- und Biodiversitätskrise abzuschwächen.

Der zweite zentrale Hebel zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre sind die natürlichen Senken. Für die natürliche Speicherung von Kohlenstoff sowie die Sicherung der Biodiversität und Wiederherstellung eines natürlichen Wasserhaushalts spielen die Stärkung und der Erhalt dieser Ökosysteme eine wichtige Rolle. Damit einher gehen positive Nebeneffekte wie Schutz vor Hochwasser, eine größere Artenvielfalt oder die Erhöhung der Lebensqualität durch eine gesunde Umgebung – und das alles bei vergleichbar niedrigen Investitionskosten. Natürliche Senken sind daher gegenüber den technischen Senken zu bevorzugen.

Nur die Rest- und Überschussemissionen, die nicht vermieden oder natürlich gespeichert werden können, dürfen unseres Erachtens abgeschieden und gespeichert werden. Die Menschheit muss die Erderhitzung möglichst schnell begrenzen, da die Folgen der Klimakrise künftig immer schwerer zu bewältigen sein werden. Um die Möglichkeiten des technischen Carbon Management faktenbasiert

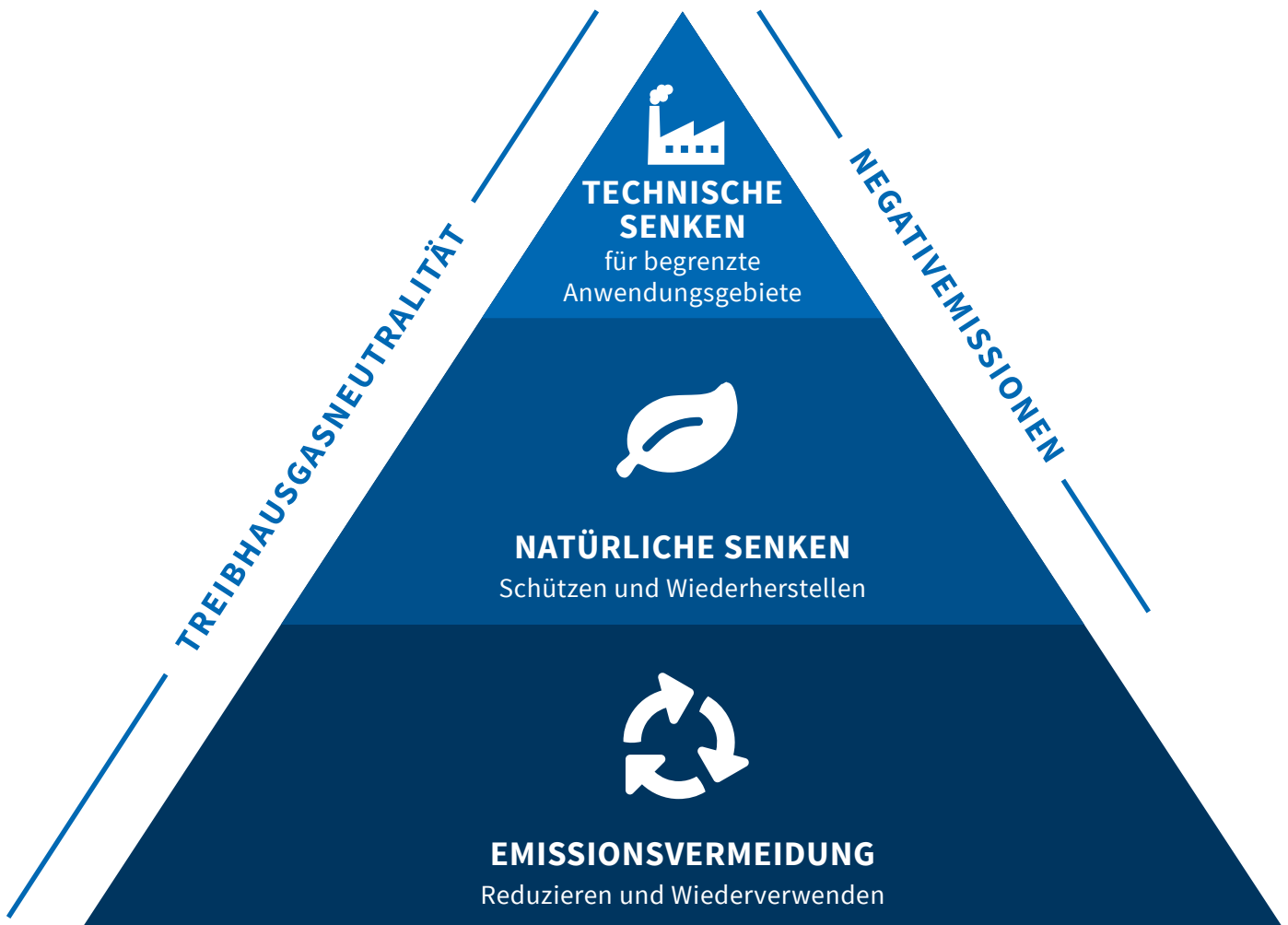


Abbildung 1: Carbon-Management-Ansatz des NABU

abwägen zu können, berücksichtigen wir in den folgenden Kapiteln sowohl die Risiken einer anhaltenden Überschreitung der Klimaziele als auch die Risiken der Technologien. Die Gesamtbetrachtung legt nahe, dass Risiken der technischen Methoden für den Naturschutz durch strenge Umweltauflagen minimiert werden können und in einer mittel- und vor allem langfristigen Perspektive nach heutigem Wissensstand das geringere Übel für den Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen darstellen. CCS wird dann nicht mehr benötigt, wenn die Treiber der Erderhitzung gestoppt und die Temperatur dauerhaft auf unter 1,5 Grad Erwärmung gesenkt wurde – ein Trend, der heute noch nicht erkennbar ist, denn aktuell bewegt sich die Menschheit auf eine Erwärmung um 3,1 Grad zum Ende des Jahrhunderts zu. Doch selbstverständlich muss dieser wünschenswerte Ausstieg von Anfang an mitbedacht werden.

Das vorliegende NABU-Positionspapier fokussiert vor allem die relevanten Technologien der Abscheidung und der geologischen sowie stofflichen Speicherung von Kohlenstoffdioxid (CCS und CCU). Der Umgang mit natürlichen Senken wird in den bereits verabschiedeten **Grundsatzprogrammen** Grünland und Wald im Detail erläutert. Natürliche Senken werden in diesem Papier deshalb vordergründig unter folgenden Aspekten thematisiert: ihre Priorisierung vor dem Einsatz der technischen Senken, ihr Schutzbedürfnis bei Zielkonflikten und ihre begrenzte CO<sub>2</sub>-Speicherkapazität.

Dieses NABU-Positionspapier stellt eine erste Einordnung dar. Es enthält wichtige Hintergrundinformationen und macht Vorschläge für den Umgang mit Zielkonflikten. Fachbegriffe werden im Glossar erläutert.



Viele der bedeutendsten natürlichen Kohlenstoffsenken stehen in der Öffentlichkeit wenig im Fokus. Dazu gehören neben den Mooren beispielsweise intakte Meere mit großflächigen Seegraswiesen.

# GRUNDVERSTÄNDNIS CARBON-MANAGEMENT- METHODEN



Der Klimawandel ist längst Realität geworden und auch in Deutschland mess- und spürbar. Trockenheit und Hitze machen im Sommer der Landwirtschaft, der Natur und den Menschen zunehmend zu schaffen.

Der Klimawandel wird weltweit immer spürbarer. Er beeinträchtigt bereits heute die Lebensgrundlagen von Milliarden Menschen und bedroht 20 bis 30 Prozent der auf der Erde vorkommenden Arten. Daher sprechen wir von der Klima- und Biodiversitätskrise. Um die Erderhitzung auf das mögliche Minimum zu beschränken, muss die Menschheit schnellstmöglich klimaneutral werden beziehungsweise die fortschreitende Anreicherung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und anderen treibhausgaswirksamen Stoffen in der Atmosphäre beenden und schrittweise rückgängig machen. Dieser Handlungsbedarf im Bereich des wichtigsten Treibhausgases, des CO<sub>2</sub>, wird unter dem Begriff „Carbon Management“, auf Deutsch Kohlenstoffmanagement, diskutiert.

Carbon Management wird in diesem Kontext als Sammelbegriff genutzt und beinhaltet natürliche und technische Speichermaßnahmen, die die Menge an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre beeinflussen, zum Beispiel indem es der Atmosphäre entzogen wird oder die Freisetzung direkt an industriellen Quellen verringert wird. Das eingefangene CO<sub>2</sub> kann dann gespeichert oder in industriellen Prozessen genutzt und so dem atmosphärischen Kohlenstoffkreislauf entzogen werden. Unter Carbon Management fällt unter anderem die Speicherung des Kohlenstoffs in natürlichen Senken wie Böden, Biomasse, Ozeanen sowie in Produkten und unterirdischen Deponien. Der Bezug zu Biodiversität ergibt sich neben einer Entlastung der Ökosysteme von klimawandelbedingten Schäden auch durch erwünschte

Nebeneffekte, sogenannten Co-Benefits, wie die Stärkung der Speicherleistung intakter Ökosysteme.

Treibhausgasneutralität bedeutet, dass die Treibhausgasemissionen „unterm Strich“ bei null liegen. Alle Emissionen, die nicht vermieden werden, müssen anderweitig ausgeglichen beziehungsweise neutralisiert werden. Da der globale Temperaturanstieg seit dem vorindustriellen Zeitalter mit hoher Wahrscheinlichkeit das 1,5-Grad-Ziel überschreiten wird (IPCC, 2023, vgl. Abb. 2), also in den sogenannten Overshoot oder Emissionsüberschuss geht, wird es notwendig sein, selbst im Falle des Erreichens der Klimaneutralität der Atmosphäre weiteres CO<sub>2</sub> zu entnehmen. Unter Negativemissionen (Carbon Dioxide Removal, CDR) versteht man Maßnahmen, die der Atmosphäre CO<sub>2</sub> entziehen und damit potenziell erlauben, den Überschuss an Treibhausgasen in der Atmosphäre zu verringern.

Unvermeidbare Restemissionen sind die Emissionen, die nach jetzigem technischem Stand nicht vermieden werden können. Dazu gehören vor allem Prozessemissionen in der Zement- und Kalkindustrie sowie Landwirtschaft und Müllverbrennung. Durch Kreislaufwirtschaft und Konsumanpassung sollten aber auch diese Emissionen möglichst schnell reduziert werden. Eine komplette Eliminierung aller Emissionen ist physikalisch unwahrscheinlich.

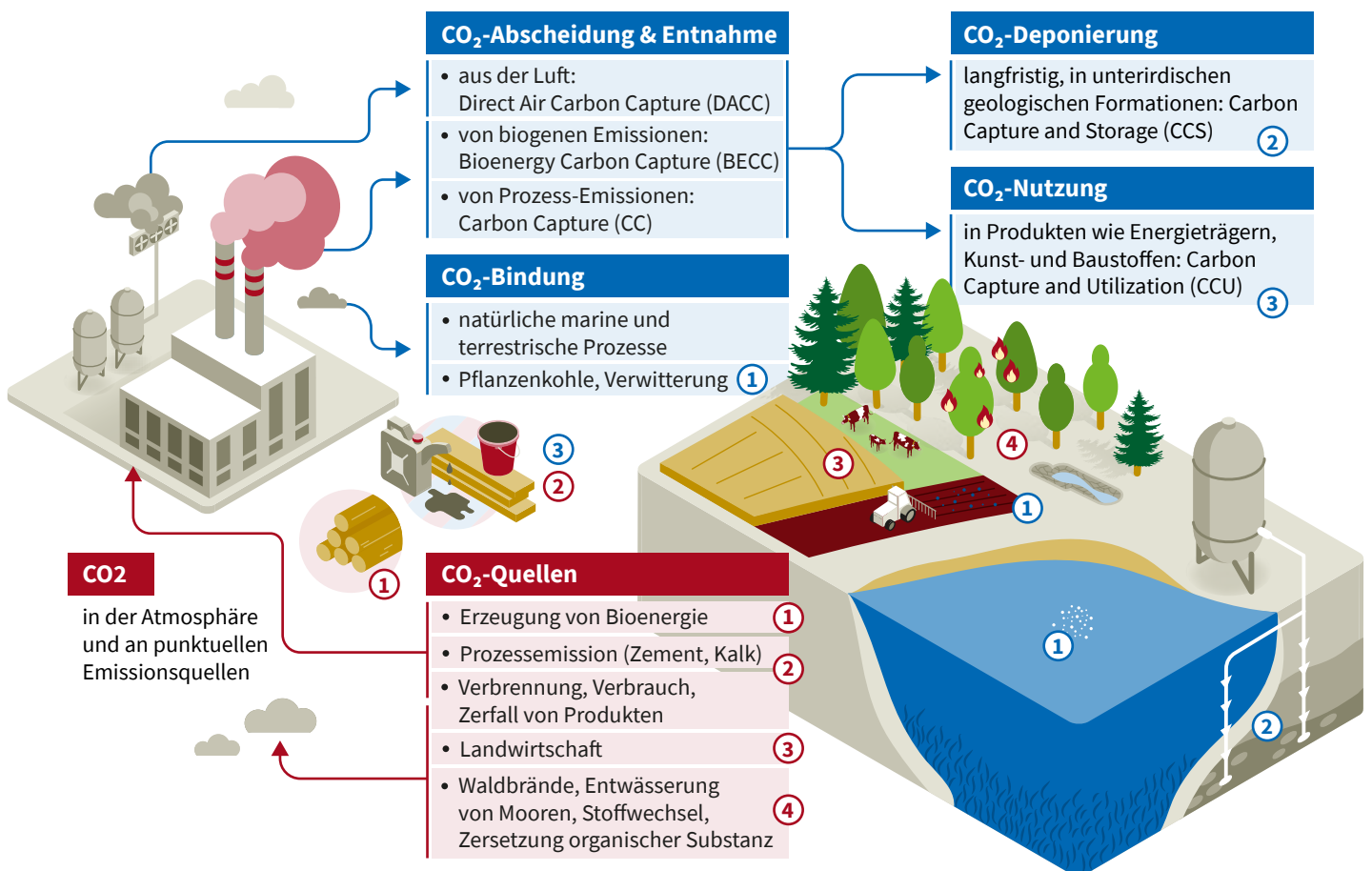


Abbildung 2: Wie funktioniert Carbon Management?

Prozessemissionen sind Treibhausgasemissionen, die in Industrieprozessen bei der chemischen Umwandlung der Ausgangsstoffe in die Produkte entstehen (ESYS, 2024), wie zum Beispiel bei der Zementherstellung. Diese Prozessemissionen könnten langfristig nur vermieden werden, indem auf diese Prozesse verzichtet wird. Der Herstellungsprozess der Produkte muss perspektivisch so weit wie möglich auf weniger klimaschädliche Methoden umgestellt werden, zum Beispiel durch Verwendung anderer Materialien. Langfristig sollte die CO<sub>2</sub>-Entnahme dazu führen, die bereits durch den Treibhauseffekt eingetretene und zu erwartende Erderhitzung rückgängig zu machen, wodurch zuvor eingetretene irreversible Schäden allerdings nicht mehr behoben werden können.

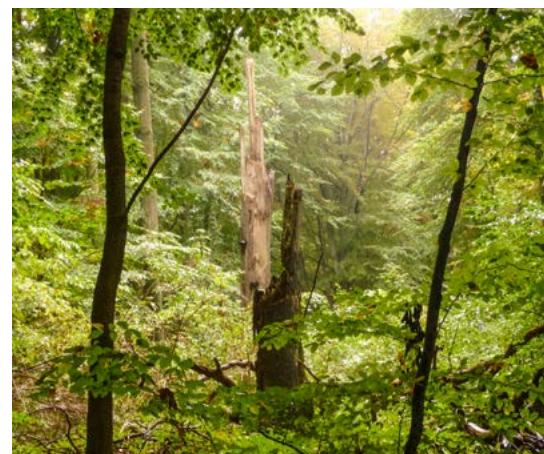
Die Methoden des Carbon Management können folgendermaßen unterteilt werden. Die erste Unterteilung erfolgt in natürliche und technische CO<sub>2</sub>-Senken. Unter natürlichen Senken verstehen wir natürliche Prozesse, die ohne oder nur mit Beihilfe menschlicher Aktivitäten Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre binden. Natürliche Senken sind zum Beispiel gesunde Wälder, Ozeane sowie Böden und Feuchtgebiete in gutem Zustand. Unter technischen Senken verstehen wir maschinelle und chemische Prozesse, mit denen CO<sub>2</sub> an industriellen Punktquellen oder aus der Atmosphäre abgetrennt und anschließend gespeichert wird.

## NATÜRLICHE KOHLENSTOFFSENKEN

### Schützen und Wiederherstellen

Die wichtigste Methode des Carbon Management besteht darin, natürliche Senken wiederherzustellen, zu erhalten und zu schützen. Die Funktion und das Potenzial der natürlichen Senken an Land und im Meer hängen maßgeblich vom Zustand und der Ausprägung der relevanten Lebensräume ab. So können degradierte Salzwiesen nur einen Bruchteil ihrer Senkenleistung erbringen oder, wie entwässerte Moore, sogar zu einer Quelle für CO<sub>2</sub>-Emissionen werden. Um das naturverträgliche Potenzial der natürlichen Senken zu nutzen und, wo nötig, wiederherzustellen, müssen sie ausreichend unter Schutz gestellt und ihr Bestand durch Schutzgebiete langfristig erhalten werden. Außerdem müssen die Nachhaltigkeit der Speicherung – bei Wäldern zum Beispiel durch Brandschutz – und ihre ökologische Tragfähigkeit – bei Meeren zum Beispiel durch Schutz vor Versauerung – im Blick behalten werden. Zusätzlich ist durch die Ausweisung von strikt geschützten Bereichen gemäß der EU-Biodiversitätsstrategie eine natürliche Entwicklung dieser Senken sicherzustellen.

Durch die aktive Wiederherstellung von Lebensräumen können die natürlichen Funktionen erhalten, gesteigert und ihr Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Neutralität deutlich erhöht werden. So lässt sich schon auf kleinen Flächen langfristig viel für Klima und Biodiversität bewirken. Für eine Wiederherstellungsoffensive muss die Bundesregierung zeitnah die erforderlichen finanziellen Mittel bereitstellen und langfristig sichern. Zudem muss unser Rechtsrahmen an den Paradigmenwechsel, der hinter dem neuen Fokus auf die Wiederherstellung der Natur steht, angepasst werden. Dazu gehört, Genehmigungen der für Wiederherstellungsmaßnahmen nötigen Eingriffe zu beschleunigen, Subventionen, die klimaschädliche Landnutzungen fördern, schrittweise abzubauen (da sie sonst mit Fördermitteln ineffizient „überboten“ werden müssten) sowie die Verfügbarkeit von Flächen für den natürlichen Klimaschutz und Biodiversitätsschutz zu erhöhen. Klimaschutz als Allgemeinwohlinteresse muss bei Abwägungsentscheidungen bei politischen Interessen und in Planungs- und Genehmigungsverfahren individuellen wirtschaftlichen Interessen vorgehen. Der Schutz, die Wiederherstellung und eine nachhaltige Nutzung von Lebensräumen fördern



Moore und alte Wälder sind bedeutende natürliche Kohlenstoffsenken in Deutschland.

zudem den Erhalt der Biodiversität an Land und im Meer und ermöglichen so, die beiden großen planetaren Krisen gemeinsam zu adressieren.

Neben dem Schutz und der Wiederherstellung natürlicher Senken gibt es weitere unterstützende Methoden des natürlichen Klimaschutzes. Diese fallen unter den Sammelbegriff „Carbon Farming“.

### Carbon Farming

Carbon Farming umfasst ein breites Spektrum von Praktiken und Prozessen auf landwirtschaftlichen Flächen, in Feuchtgebieten, in Wäldern oder in Küstengebieten, die durch biogeochemische Prozesse Kohlenstoff aus der Atmosphäre nettobilanziell langfristig binden oder Emissionen mindern. Weitere Details sind im [Standpunktpapier Carbon Farming](#) zu finden.

## TECHNISCHE KOHLENSTOFFSENKEN

Eine weitere Unterteilung der Carbon-Management-Methoden findet nach Art der CO<sub>2</sub>-Quelle statt. CO<sub>2</sub> kann entweder aus industriellen Quellen oder aus der Atmosphäre entnommen werden. Diese Unterteilung berücksichtigt, ob die Maßnahmen nur zur Treibhausgasneutralität, also dem Erreichen von Nettonullemissionen, beitragen oder sogar Negativemissionen bewirken.

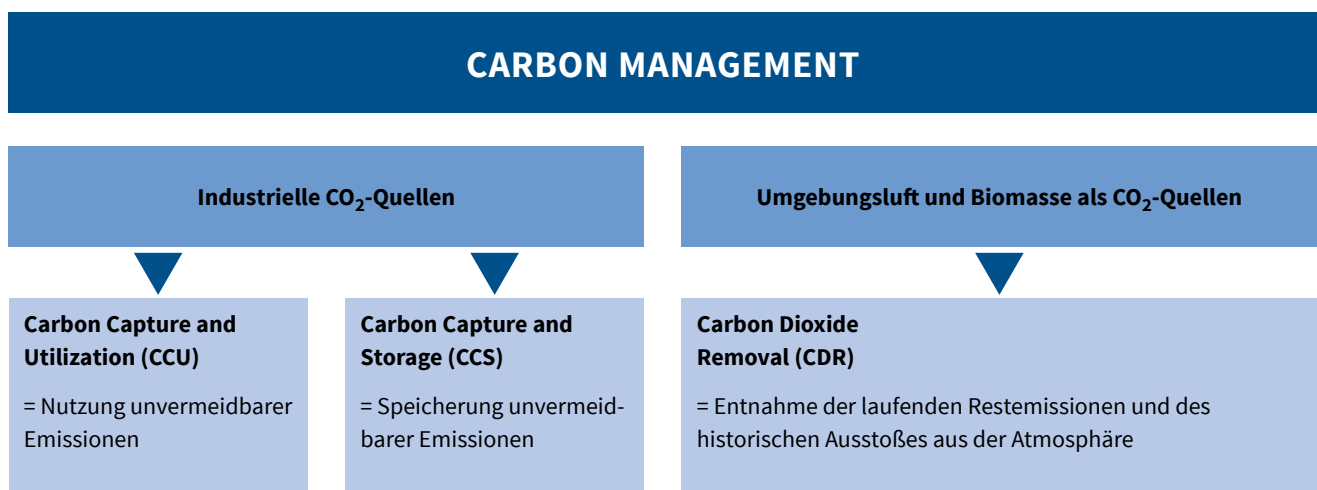


Tabelle 1: Carbon-Management-Methoden. Quelle: Schenuit, 2023, modifiziert.

### Evolution der NABU-Position

CCS ist kein neues Thema für den NABU. Vor rund 15 Jahren versuchte die fossile Industrie, CCS als scheinbare Lösung für einen klimaneutralen Weiterbetrieb der Kohlekraftwerke voranzutreiben. Damals wie heute hat sich der NABU in aller Deutlichkeit gegen CCS an fossilen Kraftwerken zur Energiegewinnung ausgesprochen. Allerdings sind wir heute an einem anderen Punkt. Der Kohleausstieg ist beschlossen, der Klimawandel so weit fortgeschritten, dass wir voraussichtlich dauerhaft die 1,5-Grad-Marke reißen werden (Copernicus, 2025). Für unvermeidbare industrielle Restemissionen wie bei der Zementproduktion oder der Kalkbrennerei gibt es nach heutigem technischem Stand keine anderen Dekarbonisierungsmöglichkeiten. Für derartige Restemissionen hält der NABU deshalb den Einsatz dauerhaft sicherer technischer Speicherung von Treibhausgasen für das kleinere Übel als ihre weitere Freisetzung.

## Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS)

Nach der Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus fossilen CO<sub>2</sub>-Quellen kann Kohlenstoffdioxid genutzt (CCU) oder gespeichert (CCS) werden. CCU hat das Ziel, CO<sub>2</sub> in Produktkreisläufe zu integrieren, sodass es sich nicht mehr um ein reines Abfallprodukt handelt. Hier geht es um die Verzögerung der Freisetzung von schwer vermeidbaren Emissionen durch die Weiterverarbeitung des eingefangenen CO<sub>2</sub> in Produkten. CCS zielt auf die dauerhafte Speicherung von CO<sub>2</sub> in geologischen Systemen oder anderen Speicherungsmedien ab.

## Carbon Capture and Utilization (CCU)

Um unseren Konsum von immer neuen fossilen Kohlenstoffen aus Öl und Gas zu minimieren, braucht es in Zukunft geschlossene Kreisläufe für Kohlenstoff. CCU sollte aufgrund des hohen Energieverbrauchs allerdings nur dort eingesetzt werden, wo nur begrenzt Alternativen zur Verfügung stehen, wie bei Flug- und Schiffstreibstoffen (zum Beispiel E-Methanol). Außerdem sollte eine möglichst lange Verweildauer in anderen kohlenstoffhaltigen Produkten priorisiert werden, da im Falle von zum Beispiel Kraftstoffen am Ende des Prozesses das CO<sub>2</sub> wieder freigesetzt wird. Wo effizientere Alternativen zur Verfügung stehen, sollte CCU ausgeschlossen sein, wie für synthetische Kraftstoffe im Verkehr. Ohne längerfristige Festlegung im Kreislauf hat CCU ein sehr geringes Klimaschutzpotenzial.

## Carbon Capture and Storage (CCS)

In der politischen Debatte geht es bei CCS vor allem um die geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> unter dem Meeresboden. Die Festland-Speicherung ist in Deutschland vor einigen Jahren de facto ausgeschlossen worden. Jedoch gibt es politische Bestrebungen, in Deutschland (und in mehreren EU-Ländern) zukünftig auch onshore zu speichern. Die potenzielle Einspeicherungsmenge in der Nordsee ist sehr groß, allein in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) zwischen 1 und 6 Mrd. Tonnen (Wallmann, 2023). Ein langfristiges und generationenübergreifendes Monitoring ist notwendig, um sicherzugehen, dass das CO<sub>2</sub> nicht austritt, beziehungsweise rechtzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten. Zudem müssen die mit dem Ausbau der CCS-Infrastruktur einhergehenden Umweltschäden, wie Störungen des Meeresbodens und Flächenversiegelungen, durch verbindliche Vorgaben so weit wie möglich vermieden und unvermeidbare Störungen darüber hinaus ausgeglichen werden.

## Mit CCS verbundene Herausforderungen und Risiken

Die Speicherung von Kohlenstoffdioxid und die hierfür erforderliche Infrastruktur bergen in allen Teilschritten (Transport, Injektion, geologische Speicherung) diverse Risiken, so zum Beispiel durch Bohrinseln, Pipelines sowie verstärkten Schiffsverkehr.

Vor allem der Aufbau und Erhalt der Infrastruktur können Auswirkungen auf die marine Umwelt haben. Dazu zählen sowohl der Flächenverbrauch für Pipelines, Terminals und Kompressorstationen, der zu einer Verschlechterung des Zustands der dortigen Ökosysteme führt, als auch der Schiffsverkehr für Wartungs- und Überwachungsaktivitäten mit den damit verbundenen Sonarbeobachtungen, die negative Auswirkungen auf Säugetiere, Fische und Zooplankton in der Wassersäule haben (Öko-Institut, 2024a). Mit Blick auf den Flächenverbrauch und den bereits schlechten Zustand der Nordsee sind bereits vorbelastete Flächen wie Kabel- und Pipelinetrassen sowie Schifffahrtsrouten für den Ausbau der Transportpipelines zu nutzen. Zudem müssen diese gegen Havarien und Angriffe geschützt werden. Der Umbau bestehender Gaspipelines kann zusätzliche Risikofaktoren mit sich bringen, da diese nicht für die Anforderungen des CO<sub>2</sub>-Transports konstruiert wurden (Öko-Institut, 2024a).

## Transport

CO<sub>2</sub> wird – außer in Pipelines – in flüssiger Form transportiert, wofür Druck und Temperatur konstant gehalten werden müssen. In Pipelines kann CO<sub>2</sub> sowohl gasförmig als auch unter Hochdruck verdichtet in überkritischer Phase transportiert werden. Herausforderungen beim Transport umfassen die Neuentwicklung einer spezifischen CO<sub>2</sub>-Transportinfrastruktur sowie die Aufrechterhaltung derselben Transporttemperatur und des Drucks, damit die überkritische Phase der Substanz konstant bleibt. Eine zusätzliche Herausforderung können Unreinheiten darstellen, welche die Transportkonditionen beeinflussen sowie die Korrosionsfähigkeit, Entzündlichkeit und Umweltverträglichkeit bei Leckagen erhöhen. Akute Risiken für Leckagen umfassen zudem menschliche Fehler, externe Risiken wie gezielte Anschläge auf Infrastrukturen sowie technische Risiken bei der Unterhaltung der Transportleitungen und generelles technisches Versagen (Öko-Institut, 2024a).

## Injektion

Die Höhe der Risiken bei CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten ist stark abhängig vom Zeitpunkt. Das höchste Risikoprofil sieht man gegen Ende einer Injektion, da dann der höchste Druck aufgebaut wird, der nach Beendigung der Injektion wieder signifikant abnimmt.

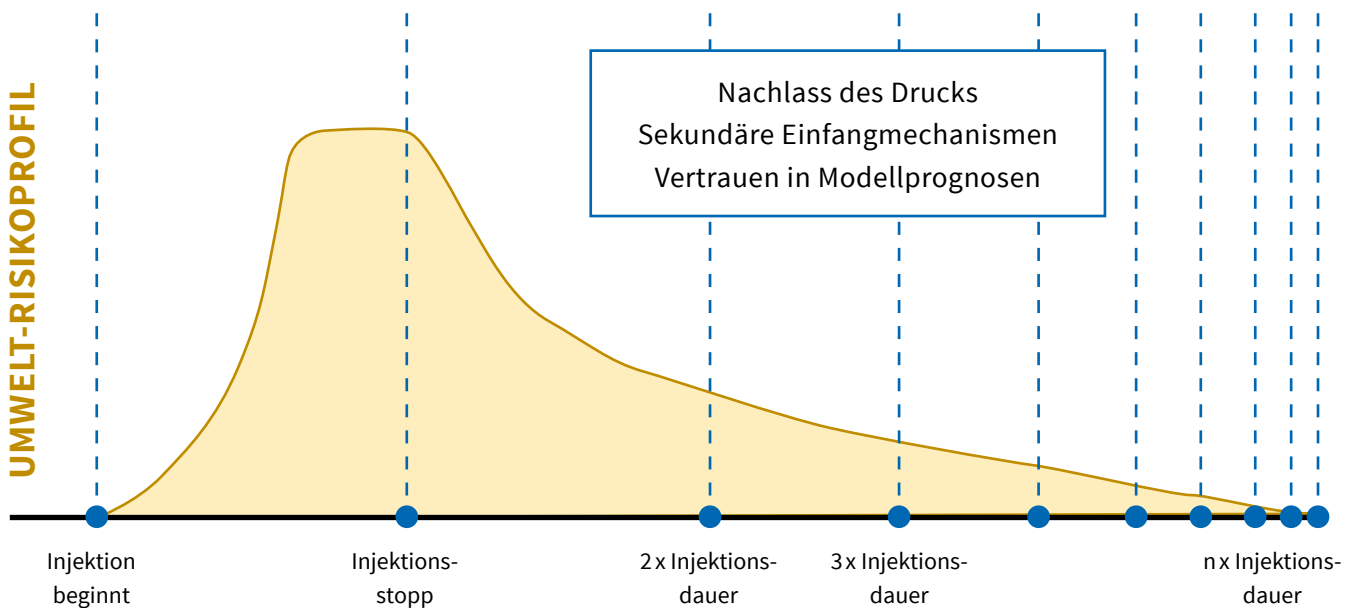


Abbildung 3: Umweltrisikoprofil der geologischen CO<sub>2</sub>-Speicherung.  
Quelle: Florian Krob, Öko-Institut, 2024a, modifiziert nach GCCSI, 2019.

Bei der Injektion des CO<sub>2</sub> kann es zu verschiedenen (geologischen) Risiken kommen: Dazu zählen unter anderem ein Versagen des Deckgesteins, was zum Austreten des gasförmigen CO<sub>2</sub> oder von ungewollten Substanzen ins Grundwasser führen könnte. Auch besteht das Risiko von Erderschütterungen, die durch Schwankungen des Umgebungsdrucks oder der Umgebungstemperaturen ausgelöst werden könnten (Vilarrasa, 2016).

## Langfristige Speicherung

Die zwei größten physikalischen Risiken, die mit der Kohlenstoffspeicherung einhergehen, sind der ungeplante Austritt und die Langfristigkeit der Einspeicherung. Auch die Existenz von alten, verlassenen Bohrlöchern auf dem deutschen Festland und in der deutschen AWZ stellen die Kohlenstoffspeicherung vor Herausforderungen.

Für eine risikominimierende CO<sub>2</sub>-Einspeicherung eignen sich dementsprechend Gebiete mit wenigen Bohrlöchern. So befinden sich beispielsweise in der deutschen AWZ nur 91 Bohrlöcher, während der Rest der Nordsee über 17.000 Bohrlöcher aufweist. Im Gegensatz dazu ist die Dichte von Bohrlöchern in CCS-relevanten Gebieten auf dem deutschen Festland noch höher als in der Nordsee beziehungsweise der deutschen AWZ. Die Zahl der Altbohrlöcher auf dem deutschen Festland allein beträgt ca. 20.000, die meisten davon in der Norddeutschen Tiefebene, die für die Speicherung von CO<sub>2</sub> an Land infrage käme (Wallmann, 2024). Aufgrund der Bohrlochdichte werden die Umweltrisiken durch die geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> auf dem deutschen Festland im direkten Vergleich am höchsten, in der benachbarten Nordsee als moderat und in der deutschen AWZ als vergleichbar gering eingestuft (Wallmann et al, 2024). In Süddeutschland gibt es nach jetzigem Wissensstand aufgrund der geologischen Gegebenheiten nur begrenzte Möglichkeiten für CCS. Nach dem aktuellen Stand der Forschung gibt es allerdings nur „potenziell untersuchungswürdige“ Gebiete für die CO<sub>2</sub>-Einlagerung, die jedoch zu großen Teilen in der Nutzungskonkurrenz mit der Geothermie stehen (Schulz et al., 2013).

Neben einer geologischen braucht es eine ökologische Betrachtung. Aufgrund des schlechten Umweltzustands und verfehlter Umweltziele in der deutschen Nordsee müssen vorrangig andere Nutzungen signifikant reduziert werden, bevor die deutsche AWZ für eine skalierbare Anwendung von CCS geeignet erscheint. Es muss das Prinzip „Nature Positive“ gelten, insbesondere auch für den Ausbau der dafür notwendigen Infrastruktur.

	Kosten	Umweltrisiken	Speicherpotenzial
<b>Nordsee Nachbarländer</b>	Höher	Moderat	50–100 Gt
<b>Nordsee deutsche AWZ</b>	Moderat	Geringer	1–6 Gt
<b>Onshore Deutschland</b>	Geringer	Höher	4–10 Gt

Tabelle 2: Kosten, Umweltrisiken und Speicherpotenzial. Quelle: Wallmann et al., 2024.

## Spezialfall (sub-)marine geologische Speicherung

Bei der in Deutschland diskutierten geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub> in den submarinen Gesteinsschichten der deutschen AWZ kommen potenzielle Risiken für die marinen Ökosysteme hinzu, die spezifisch für marines CCS sind.

Der Effekt eines ungeplanten Austritts von CO<sub>2</sub> in das Umgebungswasser auf die umliegende Fauna und Flora hängt von der Menge und Konzentration des CO<sub>2</sub>, dem lokalen Zustand des Ökosystems sowie der Art und dem Lebensstadium der Lebewesen ab. Bei seinem Austritt bindet sich CO<sub>2</sub> im Wasser zu Kohlensäure und senkt kurzfristig den lokalen pH-Wert, was es zum Beispiel für kalkbildende Lebewesen schwieriger macht, ihre Schalen zu bilden, und zu einer höheren Sterberate führen kann. In anderen Lebewesen kann ein niedrigerer pH-Wert zu einer Stoffwechseldepression führen

(ECO2, 2013). Der Austritt von CO<sub>2</sub> kann Studien zufolge zu einer verringerten Artenvielfalt, einer veränderten Artenzusammensetzung und steigenden Mortalitätsraten führen (Hassoun et al., 2022; Vielstädte et al., 2019). Im Falle von kurzzeitigen Austritten von CO<sub>2</sub> können Ökosysteme mit großer Wahrscheinlichkeit wiederhergestellt werden, im Falle von Langzeitaustritten sind Schäden irreparabel (Bednaršek et al., 2021). Neben potenziellen direkten Effekten im Falle von ungeplanten CO<sub>2</sub>-Austritten ist bei marinen CCS-Vorhaben vor allem mit indirekten Effekten in Form von Lärm, Verschmutzung, Zerstörung von Lebensräumen und dem damit einhergehenden Flächenverbrauch durch den Bau von Häfen, Transport- und Einspeisungsinfrastruktur sowie zusätzlichem Schiffsverkehr zu rechnen. Dem gegenüberzustellen ist die fortschreitende, dauerhafte Versauerung der Meere infolge des Klimawandels, der auch durch Negativemissionstechnologien gestoppt werden soll. Siehe dazu auch den Standpunkt [AG Meere zu CCS](#).

### **CDR (Carbon Dioxide Removal)**

Darunter versteht man die Entnahme von CO<sub>2</sub> direkt aus der Umgebungsluft oder indirekt aus Biomasse. Häufig diskutierte Unterarten des CDR sind BECCS, DACCS, WACCS und die Pyrolyse.

BECCS (Bioenergy Carbon Capture and Storage) bezeichnet die Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre durch die Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung. Das bei der Verbrennung von Biomasse freigesetzte CO<sub>2</sub> wird abgetrennt und dann wie bei CCUS genutzt oder gespeichert.

Pyrolyse bedeutet, Biomasse unter Sauerstoffabschluss zu verbrennen oder zu vergasen. Der enthaltene Kohlenstoff kann dann in Form von Pflanzenkohle auf Agrarflächen in den Boden eingebracht werden, wo er langfristig gebunden wird. Auf diese Weise werden der Humusaufbau und die Wasserhaltefähigkeit des Bodens verbessert. Die Herstellung und Anwendung von Pflanzenkohle können als langfristige Sequestrierung von Kohlenstoff in Verbindung mit erneuerbarer Energiegewinnung gesehen werden (IÖW, 2023). Wird das nicht in der Kohle gespeicherte, abgeschiedene CO<sub>2</sub> geologisch eingespeichert und nicht in die Atmosphäre entlassen, spricht man von PyCCS.

WACCS (Waste Carbon Capture and Storage) beziehungsweise die Müllverbrennung mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung stellt eine weitere Methode dar. Rund die Hälfte des Abfalls besteht aus biogenem Substrat, sodass diese Fraktion als BECCS bilanziert wird.

Bei DACCS (Direct Air Carbon Dioxide Capture and Storage) geht es um die Sequestrierung von CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft. Hier sind der Energie- und Kostenaufwand deutlich höher als bei BECCS (Lehtveer/Emanuelsson, 2021). DACCS ist sehr energieintensiv und eine skalierte Nutzung erfordert eine Vervielfachung des Bedarfs an erneuerbaren Energien. Dies kann wiederum zu Zielkonflikten mit dem Natur- und Artenschutz führen.

Sowohl bei BECCS als auch bei DACCS wird das abgeschiedene CO<sub>2</sub> anschließend in geologischen Formationen eingelagert oder durch industrielle Nutzung im Kreislauf gehalten.

# ZWISCHEN VISION UND REALITÄT



Erneuerbare Energien lösen Erdöl, Gas und Kohle ab: Um die Treibhausgasemissionen wirksam zu senken, stehen uns schon seit vielen Jahren zahlreiche geeignete Technologien zur Verfügung.

Fest steht: Klima- und Biodiversitätskrisen erfordern entschlossenes Handeln. Wie genau ein zukunftsfähiges, naturverträgliches und nachhaltiges Kohlenstoffmanagement aussehen könnte, skizzieren wir zuerst in einem wünschenswerten Zielbild. Das Zielbild wird danach mit den zu erwartenden Szenarien abgeglichen.

## ZIELBILD

Ein erfolgreiches Carbon Management sieht wie folgt aus: Sowohl die Treibhausgasneutralität als auch die Klimaneutralität in allen Sektoren sind erreicht und es verbleiben nur wenige unvermeidbare Restemissionen. Die Erderhitzung wurde gebremst, stabilisiert und im Idealfall kann sie durch weitere natürliche oder technische Kohlendioxidentnahme zurückgefahren werden. Die natürliche Senkenleistung wird voll ausgeschöpft, ist durch die wiederhergestellte Biodiversität langfristig tragfähig und hat zum Erhalt und zur großflächigen Wiederherstellung von natürlichen Ökosystemen mit entsprechendem Biodiversitätsnutzen beigetragen. Von diesem Zustand ist Deutschland noch weit entfernt.

## Istzustand: Treibhausgasquellen und Emissionsvermeidung

Laut Umweltbundesamt entstanden in Deutschland im Jahr 2023 Treibhausgasemissionen in Höhe von 673 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>-Äq), wovon ein Großteil aus dem Energiesektor, der Industrie und dem Verkehr kam (UBA, 2023).

## PROJEKTION DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN

### UBA Projektionsbericht 2023: Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)

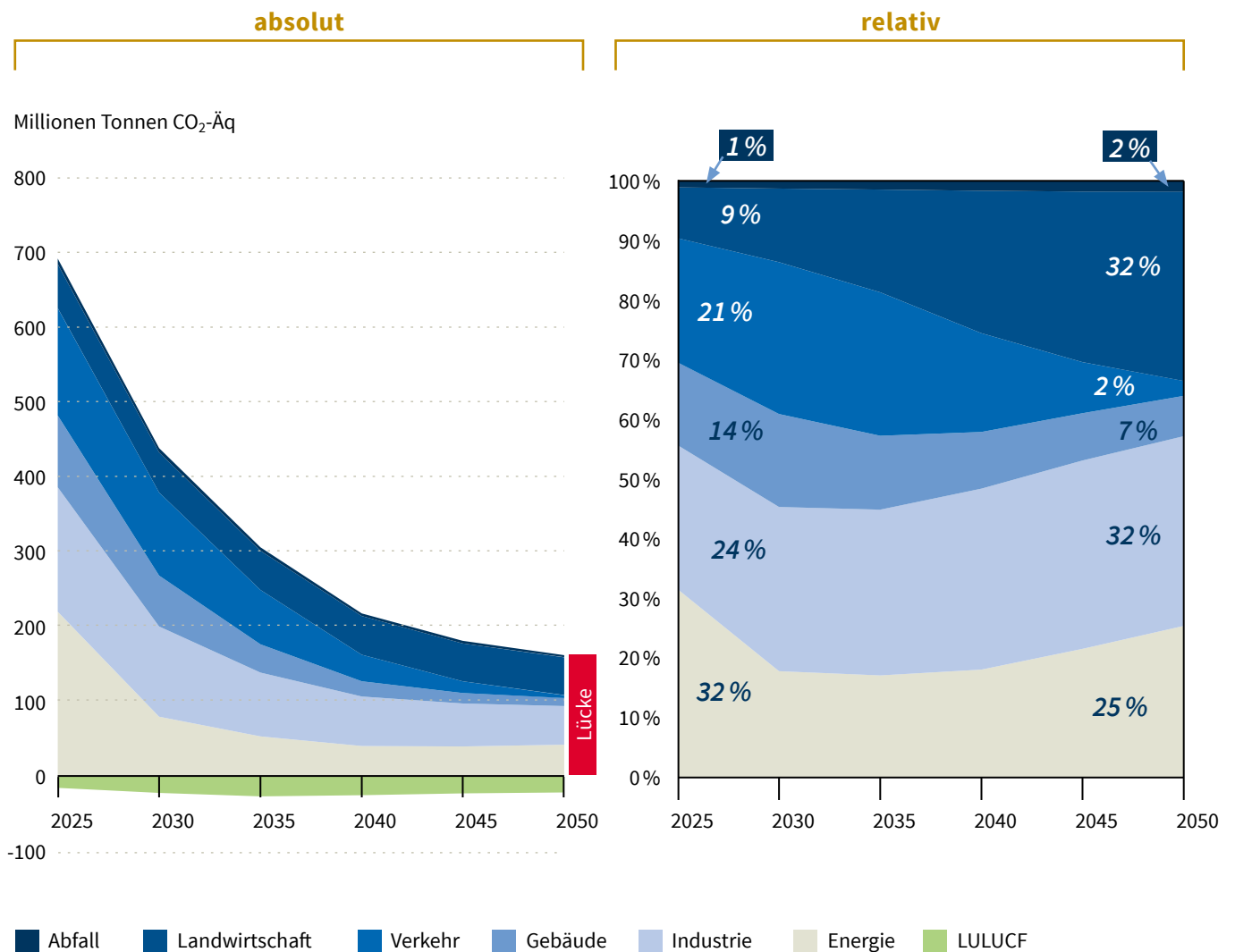


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen in Deutschland. Datengrundlage: UBA, 2023.

Auch wenn alle Sektoren ihren Teil zur Emissionsvermeidung beitragen sollten, bleiben unvermeidbare Restemissionen, um unsere Gesellschaft am Laufen zu halten – selbst bei allen denkbaren Effizienzsteigerungen und Suffizienzanstrengungen im Rahmen dessen, was gesellschaftlich absehbar machbar erscheint. Eine radikale Abkehr von gewohnten Lebensstilen und Konsummustern bildet sich derzeit in keinem Trend ab. Demnach wird das Einhalten des 1,5-Grad-Ziels als

unwahrscheinlich eingestuft (IPCC, 2023, B7.1) beziehungsweise ist als Jahresmittelwert mit höchster Wahrscheinlichkeit bereits überschritten (Copernicus, 2024).

Laut der Deutschen Energie-Agentur (dena) steuert Deutschland mit den aktuellen politischen Maßnahmen auf bis zu 127 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äq jährliche Restemissionen im Jahr 2050 zu, fast viermal so viele Restemissionen wie im jetzigen Klimaschutzgesetz angenommen und mehr als viermal so viele, wie der LULUCF-Sektor zu deren Ausgleich beitragen soll (dena, 2024; KSG, 2021). In optimistischeren Szenarien reicht die Skala der Restemissionen von mindestens 36 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äq im Jahr 2045 bis 74 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äq ab dem Jahr 2050 (Purr et al., 2019; Luderer et al., 2021; Öko-Institut, 2024b).

### Istzustand: natürliche CO<sub>2</sub>-Senken

In der momentanen Lage ist die oben skizzierte Vision noch weit entfernt. Viele natürliche Senken, sowohl an Land als auch im Meer, befinden sich aufgrund menschlicher Aktivitäten in keinem guten Zustand und ihre Verbreitung hat in den letzten Jahrzehnten dramatisch abgenommen. Aktuell schwankt die Nettobilanz des LULUCF-Sektors fast jährlich zwischen Treibhausgasquelle und Senke.

## LULUCF-TREIBHAUSGASINVENTAR DEUTSCHLAND

Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äq

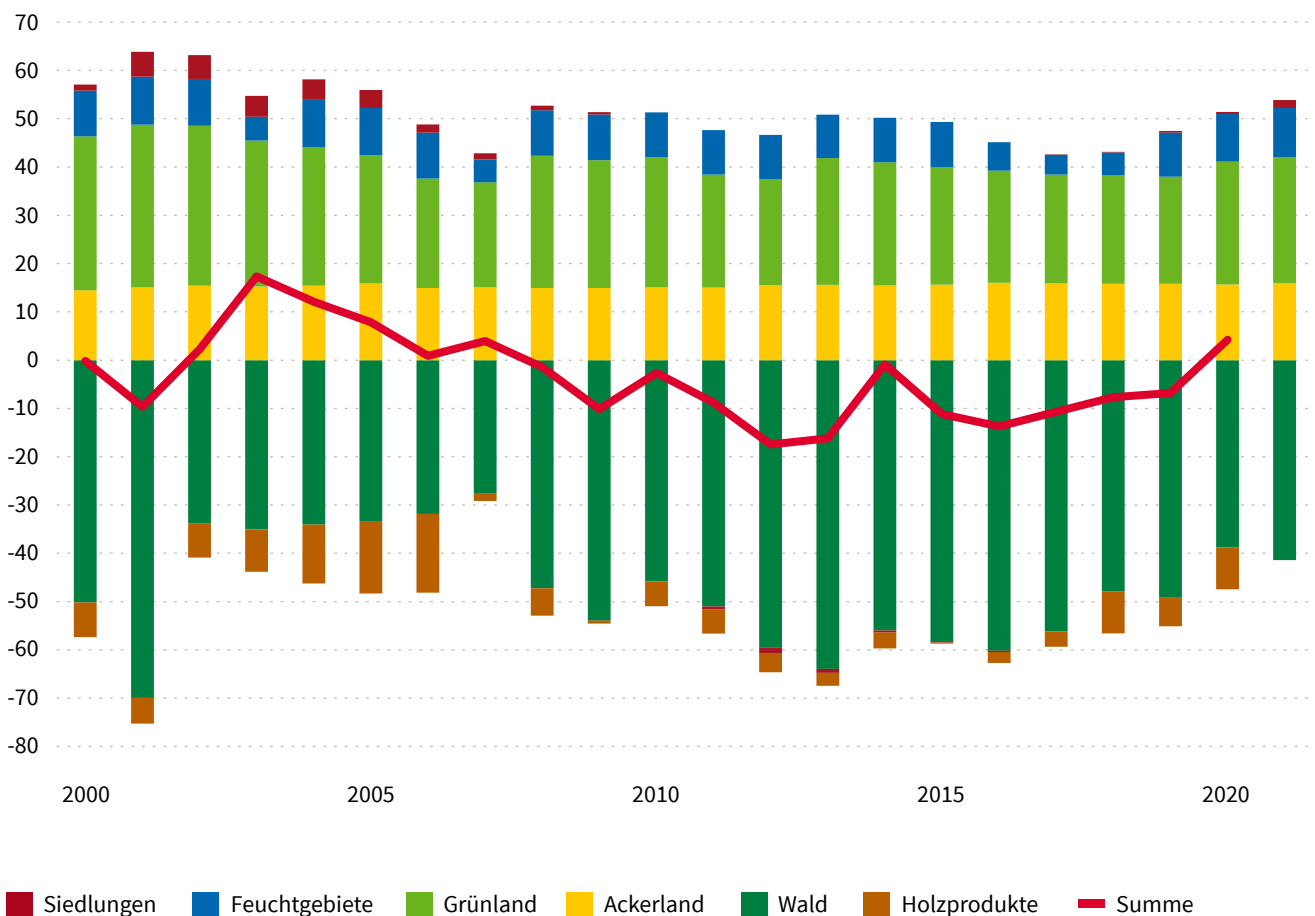


Abbildung 5: Bilanz des LULUCF-Sektors in Deutschland. Quelle: EEA, 2023.

Die Wälder und die damit assoziierte Nutzung von Holz in Produkten waren in Deutschland die einzig signifikanten und verlässlichen terrestrischen Senken, sind mittlerweile aber auch teilweise zu einer CO<sub>2</sub>-Quelle geworden, während die natur- und klimaschädliche Landnutzung von ehemaligen Moor- und Grünflächen signifikante Mengen an Treibhausgasemissionen auslöst (UBA, 2023).

Laut Klimaschutzgesetz soll der LULUCF-Sektor bis 2040 40 Megatonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr speichern (Deutscher Bundestag, 2021). Es spricht jedoch viel dafür, dass der Beitrag des Sektors aktuell eher zurückgeht und zusätzlich durch weitere Klimakippunkte bedroht wird. Nach aktuellen Projektionen verfehlt Deutschland mit den bisherigen Maßnahmen die LULUCF-Sektorziele sowohl für 2030 als auch für 2045 deutlich (dena, 2024; Expertenrat für Klimafragen, 2024). Bei weiterem Interesse stehen die [NABU-Grundsatzprogramme](#) Klima und Wald zur Verfügung, in denen die Analysen weiter ausgeführt werden.

Betont werden muss, dass die Kosten der CO<sub>2</sub>-Sequestrierung durch natürliche Senken signifikant günstiger sind als die der technischen Senken. Es wird ein Kostenaufwand prognostiziert, der zwischen 15 und 30 US-Dollar pro Tonne CO<sub>2</sub> für die Wiederbewaldung oder Aufforstung, 10 und 135 US-Dollar pro Tonne CO<sub>2</sub> für die Wiedervernässung von Mooren und zwischen 100 und 1.000 US-Dollar pro Tonne CO<sub>2</sub> für die Wiederherstellung oder Ausweitung von Salz- und Seegrasswiesen liegt (CDRmare, 2024, Drösler, 2011; Brandl et al., 2021).

## Zwischenfazit

Als Ergebnis der bestmöglichen Entwicklung ausgehend von der aktuellen politischen Lage würden im Jahr 2050 zwei bedeutende Zielmarken erreicht werden: erstens das Minimum an Restemissionen von nur 36 Megatonnen CO<sub>2</sub>-Äq pro Jahr und zweitens die Einhaltung der LULUCF-Ziele, die eine Abscheidungsrate von 40 Megatonnen CO<sub>2</sub>-Äq ab dem Jahr 2045 umfassen. In diesem UBA-Szenario könnte ab 2050 eine fortlaufende Klimaneutralität gewährleistet werden, die hauptsächlich auf Emissionsvermeidung und natürlichen Senken basiert. Die Erreichbarkeit beider Zielmarken ist mehr als fragwürdig, wie auch der Expertenrat für Klimafragen berichtete (Expertenrat für Klimafragen, 2024).

Selbst wenn wir davon ausgehen, dass dieses ideale Szenario erreicht werden kann, reicht dies allein aber immer noch nicht aus, um den Klimawandel auf ein naturverträgliches Niveau zu begrenzen, denn: Das ideale Szenario zeigt nur, dass es möglich ist, ab 2050 durch Deutschlands Emissionen keine weitere Verschlechterung des bereits bis dahin erreichten Grads an Erderwärmung zu erwirken.

Jegliche Überschussemissionen, die die Menschheit bis zu dem Jahr 2050 ausgestoßen haben wird, werden weiterhin in der Atmosphäre sein und mindestens die damit verbundene Erderhitzung über das 1,5-Grad-Ziel hinaus aufrechterhalten. Ihre weitere Auswirkung auf die Auslösung von Systemveränderungen durch Kippunkte kommt noch dazu.

Daran wird klar erkennbar, dass es zusätzlich technische Senken braucht, um die klimaschädliche Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre erst zu begrenzen und dann wieder zu reduzieren. Nur so ist die voranschreitende Erderwärmung zu stoppen sowie eine sichere und lebenswerte Umwelt zu bewahren. Dafür ist es, zusammen mit dem beschlossenen Kohleausstieg, aus Sicht des NABU nach heutigem Kenntnisstand vertretbar, in begrenzten Mengen auf nach heutigem Wissen sicher zu managende technische Möglichkeiten für den Ausgleich unvermeidbarer Restemissionen zurückzugreifen, die einerseits den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in die Atmosphäre verhindern (CCU/CCS) und andererseits Überschussemissionen aus der Atmosphäre wieder entfernen (CDR).

## Istzustand: technische CO<sub>2</sub>-Senken

Die technischen Senken befinden sich momentan in verschiedenen Entwicklungs- und Anwendungsstadien. Sowohl BECCS als auch Pyrolyse und PyCCS sind in ihrer Mengenkapazität stark durch die Verfügbarkeit tatsächlich nachhaltiger Biomasse beschränkt. DACCS ist sehr energieintensiv und eine Skalierung vervielfacht den Bedarf an erneuerbaren Energien, was wiederum zu Zielkonflikten in puncto Ressourceneinsatz, Flächenverfügbarkeit und Natur- und Artenschutz führt. Die Kosten der technischen Senken pro Tonne CO<sub>2</sub> sind mit der Ausnahme von Onshore-CCS signifikant höher als die der Emissionsvermeidung oder der natürlichen Senken. Bei BECCS werden die Kosten auf 140 bis 270 US-Dollar pro Tonne CO<sub>2</sub> geschätzt, während die Kosten von DACCS auf 100 bis über 1.000 US-Dollar pro Tonne CO<sub>2</sub> angesetzt werden. Die Punktquellenabscheidung und Einspeicherung im tiefen Untergrund der Nordsee werden zwischen 150 und 400 Euro kosten, während Onshore-Speicherung in Dänemark auf nur 30 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> kommt (CDRmare, 2024; Drössler, 2011; Brandl et al., 2021; Concito, 2023).

Pyrolyse wird bereits eingesetzt und ist technisch skalierbar. Den größten Risikofaktor stellt die begrenzte Verfügbarkeit der tatsächlich nachhaltig nutzbaren Biomasse dar (Stenzel et al., 2021; Deprez et al., 2024). Zudem besteht die Gefahr, dass die in großem Maßstab anfallende Biokohle genutzt wird, um Fehler der intensiven Landwirtschaft auszugleichen und auf Kosten des Biomasseinsatzes in der Pyrolyse nur einen geringen Mehrwert für das Klima zu schaffen. Aus technischer Sicht ist es möglich, saubere und unbelastete Pflanzenkohlen herzustellen (Agroscope Science, 2021), jedoch können bei einer unsachgemäßen Anwendung und Herstellung gesundheitsgefährdende Substanzen entstehen.

Die meisten BECCS-Projekte, die derzeit in Europa geplant werden, sollen allerdings an auf importierte Holzpellets umgerüsteten Kohlekraftwerken verwirklicht werden (Onyx Wilhelmshaven in Deutschland, RWE-Kraftwerke in den Niederlanden, Drax in Großbritannien). Die ineffiziente Verbrennung von Waldholz-Pellets in Großkraftwerken schadet der Biodiversität und konterkariert die CO<sub>2</sub>-Senkenfunktion der Wälder, dazu kommen die energieintensive Pelletherstellung und der lange Transportweg. Dies führt dazu, dass – wenn überhaupt – nur geringe CO<sub>2</sub>-Mengen wirklich aus der Atmosphäre entnommen werden (Brack, 2024). Der NABU wendet sich daher klar gegen die Verfeuerung von Holz in ausgedienten Kohlekraftwerken. Zu BECCS sowie der Pyrolyse sind vertiefende Informationen in den FAQ zu finden.

Industrielles CCS bewirkt keine Negativemissionen, da nur fossile Emissionen eingelagert werden. Für die skalierte Nutzung dieser Technologie sind Investitionen in Milliardenhöhe und ein hoher Energieeinsatz und Ressourcenverbrauch notwendig, um die notwendige Transport- und Speicherinfrastruktur zu errichten (VDZ, 2024). Zudem gehen mit dem notwendigen Infrastrukturausbau (Pipelines oder Häfen) enorme, wenn auch einmalige CO<sub>2</sub>-Emissionen und auch Landschaftseingriffe einher. In Deutschland existiert noch kein solches Netz, ein europäischer CO<sub>2</sub>-Netzausbau ist geplant.

# FAZIT



Um die Klimakrise in den Griff zu bekommen, führt kein Weg daran vorbei, die Emissionen maximal zu reduzieren. Doch für Branchen mit unvermeidbaren Restemissionen werden auch technische Kohlenstoffsinken eine Rolle spielen müssen.

Unser Verbrauch an Kohle, Öl und Gas und der damit verbundene Ausstoß an klimaschädlichen Emissionen müssen massiv reduziert werden, um Klimakatastrophe und Artensterben schnellstmöglich zu stoppen. Deutschland steuert auf bis zu 127 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äq jährliche Restemissionen im Jahr 2050 zu (dena, 2024). Das ist die vierfache Menge dessen, was der gesamte LULUCF-Sektor zu deren Ausgleich beitragen kann.

An diesen Zahlen wird deutlich, dass eine grundlegende Transformation unserer eingefahrenen Konsummuster, Ernährungs- und Produktionsweisen hin zu einem geringeren Verbrauch und sinnvollerem Ressourceneinsatz unvermeidlich ist. Denn genau da liegen die großen Hebel, um den wachsenden Druck auf Flächen und Ökosysteme maßgeblich zu verringern.

Doch selbst in optimistischen Szenarien reichen ein veränderter Lebenswandel und die natürlichen Senken kaum aus, um die laufenden Restemissionen Deutschlands ab 2050 zu neutralisieren. Das bedeutet: Mit natürlichen Senken allein wird man den Klimawandel nicht mehr auf 1,5 °C Temperaturanstieg begrenzen können und selbst die Einhaltung der 2-Grad-Grenze wäre gefährdet.

Das IPCC (2019, 2022) empfiehlt vor diesem Hintergrund den zusätzlichen Einsatz technischer Kohlenstoffsinken wie CCU, CCS und CDR, um signifikante Mengen von klimaschädlichem Kohlenstoffdioxid der Atmosphäre zu entziehen. Damit sind enorme gesellschaftliche, wirtschaftliche und ökologische Herausforderungen verbunden, die es zu gestalten gilt.

Aus Sicht des NABU sind die folgenden Kernforderungen essenziell für ein naturverträgliches, nachhaltiges und zukunftsfähiges Carbon Management.

# NABU- KERNFORDERUNGEN



Von Klimastreik bis Moorrenaturierung: Der NABU setzt sich seit Jahren dafür ein, Emissionen zu reduzieren und natürliche Ökosysteme wie Moore als Kohlenstoffsenken wiederherzustellen.

Da die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen in den letzten Jahren und Jahrzehnten nicht in ausreichendem Maße vermieden und gesenkt wurden und die Einhaltung der Pariser 1,5-Grad-Klimagrenze kaum mehr möglich erscheint, muss prinzipiell der Einsatz aller heute verfügbaren Optionen in Betracht gezogen werden, um die Erderhitzung möglichst zu bremsen – sofern damit nicht ein unververtretbares Risiko oder Schaden für die Natur einhergeht. Dabei müssen alle möglichen Maßnahmen, wie ein Tempolimit und die Abschaffung umweltschädlicher Subventionen, forciert werden.

## I. Vermeidung vor Abscheidung

**Die Vermeidung von Treibhausgasemissionen unter Einhaltung natur- und artenschutzrechtlicher Vorgaben muss oberste Priorität haben** und gesetzlich verankert werden. Die Abscheidung von CO<sub>2</sub> geht stets mit einem erhöhten Energie- und Ressourceneinsatz einher und ist immer ineffizienter als Vermeidung ganz am Anfang der Kette. Massive CO<sub>2</sub>-Emissionsvermeidungen müssen mit entsprechenden gesetzlichen Regulierungen in allen Sektoren durchgesetzt werden.

## II. Priorisierung und Bewahrung der natürlichen Senken

**Natürliche Senken stärken.** Renaturierung leistet neben CO<sub>2</sub>-Einspeicherung viele Co-Benefits bei Wäldern, Meeren und Moorflächen. Deshalb sehen wir die Wiederherstellung natürlicher Ökosysteme mit ihrer Senkenfunktion als präferierte Carbon-Management-Methode. Wir fordern, die Wiedervernässung von Mooren, den Humusaufbau auf Ackerflächen als **Carbon Farming** sowie den Schutz und die Wiederherstellung von Seegraswiesen, Salzwiesen und Kelpwäldern sowie mechanischungestörten Bodenbereichen unserer Meere zu befördern. Nur durch diese umfassende

zusammenhängende Renaturierung in möglichst vielen Bereichen und Gebieten bis hin zur Entsiegelung von Flächen kann die Biodiversität gestützt und die Senken gestärkt werden.

**Einfache Finanzierung, Honorierung von Co-Benefits** für die Biodiversität und rechtliche Erleichterungen forcieren, um die natürlichen Senken zu stärken. Hier ist ein Instrumentenmix aus einer Verstärkung des Aktionsprogramms „Natürlicher Klimaschutz“ und weiteren Aspekten wie sozialen und umwelttechnischen Kriterien für Finanzierungsmittel denkbar. Zudem ist die Anpassung des rechtlichen Rahmens für Renaturierungsprojekte durch unbürokratische Verfahren und erleichterten Flächenzugriff essenziell.

**Keine zusätzliche kumulative Belastung der Meere.** Die Rolle der Meere als „blaue Lunge“ und wichtigste Kohlenstoffsенке unseres Planeten muss nachhaltig gestärkt und ihre Funktion erhalten werden. Eine in der Gesamtbilanz zusätzliche industrielle Nutzung der Meere ist daher nicht akzeptabel. Vielmehr müssen zuerst andere Nutzungen, insbesondere die Schifffahrt und die Fischerei, reduziert werden, wenn CO<sub>2</sub> unter (deutschem) Meeresboden gespeichert werden soll. Es muss das Prinzip „Nature Positive“ gelten, insbesondere auch für den bevorstehenden Ausbau der Infrastrukturen (Häfen, Pipelines etc.). Naturschutzflächen und ökologisch sensible Lebensräume sowie durchlässige und instabile Sedimentlagerstätten sind generell auszuschließen, um weder die Integrität ihrer Biotope noch ihre natürliche Funktion als Kohlenstoffsенке zu schädigen. Der potenzielle Einsatz mariner geologischer Kohlenstoffdioxid-speicherung erfordert zudem eine vorsorgliche Raumplanung, die auch den Meeresboden umfasst, um Flächenkonkurrenzen im Meer zu vermeiden.

### III. Eingrenzung und Absicherung der technischen Senken

**Begrenzte Anwendungsbereiche und Methoden:** Technische Carbon-Management-Methoden sind nur für unvermeidbare Restemissionen sowie für Negativemissionen im Rahmen des über dem 1,5-Grad-Ziel liegenden Emissionsüberschusses zu nutzen. CCS darf nicht dazu genutzt werden, Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger auszugleichen. Die Definition der unvermeidbaren Restemissionen (heute aus Zementherstellung, Kalkbrennerei und Müllverbrennung) und die Notwendigkeit von CCS in der Industrie müssen dynamisch an die technischen Entwicklungen angepasst, also abgesenkt werden und dürfen in keinem Fall Emissionen aus den Energie- oder Verkehrssektoren beinhalten. Das Hochfahren der Einlagerungskapazitäten muss anhand eines vorab entwickelten Stufenplans und unter staatlicher Kontrolle erfolgen. Der Einsatz von CCS muss perspektivisch zugunsten der negativen Emissionen (CDR) zurückgehen. Methoden wie BECCS und Pyrolyse sind nur mit nachhaltiger Biomasse zu betreiben. Das schließt Anbaubiomasse und Waldholz weitestgehend aus. DACCS sehen wir mit einem begrenzten Potenzial nur dort, wo überschüssige oder ausreichende Mengen an klimaneutraler Energie zur Verfügung stehen.

**Umweltverträgliche Planung und Genehmigungen:** Nur auf Grundlage einer sorgfältigen Umweltverträglichkeitsprüfung und bei Anwendung des Vorsorgeprinzips dürfen CCS-Projekte genehmigt und gefördert werden. Zudem fordern wir die Verlängerung der sehr kurzen Rechtsschutzfristen des Energiewirtschaftsgesetzes.

**Absicherung der Speicherstätten und des Transports:** Wir fordern die Begrenzung der Risiken durch verbindliche Vorgaben für das Monitoring und die notwendige Infrastruktur, wie zum Beispiel durch die Prüfung und wenn nötig sorgfältige Abdichtung von Bohrlöchern. Die Kosten des unabhängigen Langzeitmonitorings und der Beseitigungsmaßnahmen bei eventuellen Havarien von CCS-Deponien müssen vom Betreiber getragen und über einen Haftungsfonds abgesichert werden. Über Leckagen, deren Konsequenzen und die ergriffenen Gegenmaßnahmen muss jeweils unverzüglich berichtet werden, dafür müssen detaillierte und schnell implementierbare Havariepläne vorliegen. Für das benötigte Pipeline-Netz ist der Neubau von Pipelines zu bevorzugen, da bereits vorhandene Infrastruktur für den CO<sub>2</sub>-Transport in der Regel ungeeignet ist (Öko-Institut, 2024a). Essenziell ist hier der Ausbau der Pipelines auf bereits vorbelasteten Flächen wie den Schifffahrtsrouten oder Kabeltrassen. Mögliche Offshore-Speicherstätten in der deutschen AWZ bedürfen einer gründlichen Vorabprüfung und signifikanter Meeresnatur- und Meeresumweltschutz-Auflagen, sowohl für die

notwendige Lagerstättenerkundung, die Vorabprüfung möglicher Leckagerisiken als auch ein kontinuierliches Begleitmonitoring der Verpressung nach neuestem technischem Stand. Für die Lagerstättenerkennung sind nur gering schallemittierende Verfahren als zulässig zu erklären. Den Export von CO<sub>2</sub> zu geeigneten internationalen Speicherprojekten sehen wir als Option, wenn damit keine Risiken und keine niedrigeren Sicherheitsstandards als in Deutschland verbunden sind. Onshore-Speicherplätze in Deutschland sollten ebenfalls geprüft werden.

**Partizipative Governance:** Die Defossilisierung der Industrie muss eng mit dem Aufbau einer begrenzten CCUS-Infrastruktur verknüpft werden. Um diese Transformation abzusichern und zu begleiten, fordern wir einen beratenden Klima-Tisch auf Bundesebene, der die Zivilgesellschaft einbezieht. Zudem muss es ein Angebot von partizipativen Prozessen auf Landes- und kommunalen Ebenen geben, um bei dem notwendigen Infrastrukturausbau frühzeitig zu informieren und zu konsultieren.

**Aufbau einer umfassenden, streng ressourcenorientierten Kreislaufwirtschaft:** CCU kann ein Weg sein, um für das aktuelle Wirtschaftssystem nicht verzichtbare Kohlenstoffe für die Industrie aus nicht fossilen Quellen zur Verfügung zu stellen. Wir fordern, die Nutzung vorrangig auf langlebige Produkte wie Baustoffe und Kunststoffe zu beschränken. Bereits vorhandene Ressourcen (auch Baustoffe) sollten in ihrer zukünftigen Nutzung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft unterworfen sein. CCU für kurzlebige Produkte wie E-Fuels im Straßenverkehr lehnen wir ab, da dies nur eine Verzögerung des Ausstoßes um wenige Wochen darstellt.

#### IV. Zertifizierung von Abscheidungs- und Speicherungsaktivitäten

**Greenwashing vermeiden und die Leistung der natürlichen Senken angemessen honorieren:** Wichtige Kriterien für die Zertifizierung von Abscheidungs- und Speicherungsaktivitäten sind die Permanenz der Einspeicherung, Co-Benefits wie Biodiversität und ein starkes Do-no-Harm-Kriterium für die relevanten Umweltverträglichkeitsprüfungen geplanter Maßnahmen.

# ABKÜRZUNGEN

**AWZ:** Als ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) wird das Meeresgebiet seewärts des deutschen Küstenmeeres (12-Seemeilen-Zone) bis maximal zur 200-Seemeilen-Grenze bezeichnet.

**BECCS:** Bioenergie mit Kohlenstoffdioxidabscheidung und -speicherung (Bioenergy with Carbon Capture and Storage)

**DACCS:** Entnahme von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre und dessen Speicherung (Direct Air Carbon Dioxide Capture and Storage)

**CCS:** Abscheidung von Kohlenstoffdioxid und dessen geologische Speicherung (Carbon Capture and Storage)

**CCU:** Kohlenstoffdioxidabscheidung und -nutzung (Carbon Capture and Utilization)

**CCUS:** Abscheidung von Kohlenstoffdioxid und dessen anschließende geologische Speicherung oder Nutzung (Carbon Capture Utilization and Storage)

**CDR:** Kohlenstoffdioxidentnahme aus der Atmosphäre (Carbon Dioxide Removal)

**CO<sub>2</sub>:** Kohlenstoffdioxid

**LULUCF:** Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (Land Use, Land Use Change and Forestry)

**PyCCS:** Verkohlung von Biomasse mit Kohlenstoffdioxidabscheidung und -speicherung (Pyrolysis with Carbon Capture and Storage)

## GLOSSAR

**Aminwäsche:** Bei der Aminwäsche werden den sauren Abgasen alkalische Aminlösungen zugeführt, die das CO<sub>2</sub> chemisch absorbieren. In einem zweiten Verfahrensschritt wird das CO<sub>2</sub> durch Erhitzung wieder von den Aminen gelöst, die anschließend erneut für das Verfahren eingesetzt werden können. Für diesen zweiten Verfahrensschritt benötigt die Aminwäsche Wärme, die entweder aus dem Prozess kommt, wie bei der Zementherstellung oder der Abfallverbrennung, oder energieintensiv erzeugt werden muss. Zwar bindet die Aminwäsche auch andere klimaschädliche Stoffe aus Abgasen, wie etwa Stickstoffoxide und Schwefeldioxid. Aber mit der Zeit entstehen durch die Abnutzung des Katalysators auch hochgiftige Abfallstoffe.

**Bioenergie mit Kohlenstoffdioxid-speicherung (BECCS):** Bei BECCS (Bioenergy Carbon Capture and Storage) geht es um die Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre durch die Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung, wobei der zuvor in der Biomasse gespeicherte Kohlenstoff als CO<sub>2</sub> abgetrennt und gespeichert wird.

**Carbon Farming:** Carbon Farming, Klimafarming oder ähnliche Begriffe bezeichnen den Ansatz, Entwicklungen des Gehalts von organischem Kohlenstoff in landwirtschaftlich genutzten Böden positiv zu beeinflussen und die Beeinflussung zu ermesen und zu honorieren.

**Carbon Management:** Carbon Management wird in diesem Kontext als Sammelbegriff genutzt und beinhaltet alle Maßnahmen, die der Atmosphäre CO<sub>2</sub> entziehen oder das CO<sub>2</sub> direkt an industriellen Quellen abtrennen. Das eingefangene CO<sub>2</sub> kann dann gespeichert oder langfristig genutzt werden und so dem Kohlenstoffkreislauf entzogen werden. Unter Carbon Management fällt unter anderem die Speicherung des Kohlenstoffs in natürlichen Senken wie Böden, Biomasse, Ozeanen sowie in Produkten und unterirdischen Deponien. Im Rahmen des Carbon Management finden wir den Natur- und Biodiversitätsschutz nicht nur implizit durch den angestrebten Klimaschutz wieder, sondern auch explizit durch unsere Forderungen nach Berücksichtigung der unmittelbaren Belange des Natur- und Artenschutzes sowie in Form von potenziellen Co-Benefits, also erwünschten Nebeneffekten.

**Do-no-Harm-Kriterium:** „Do no harm“, auf Deutsch „Richte keinen Schaden an“, nennt sich das Prinzip, nach dem mögliche negative Folgen frühzeitig erkannt und dadurch vermieden werden.

**Klimaneutralität:** Klimaneutralität ist ein Zustand, bei dem menschliche Aktivitäten im Ergebnis keine Nettoeffekte auf das Klimasystem haben.

**Kohlenstoffdioxidabscheidung und -speicherung (CCS):** Carbon Capture and Storage. CO<sub>2</sub> wird aus Energie- oder Industrieanlagen abgeschieden und dauerhaft unterirdisch eingelagert.

**Kohlenstoffdioxidabscheidung und -nutzung (CCU):** CO<sub>2</sub> wird beispielsweise aus einem Industrieprozess abgeschieden, um es in chemischen Prozessen zur Herstellung von Produkten zu verwenden und so seine Freisetzung in die Atmosphäre zu verzögern oder zu verhindern.

**Kohlenstoffdioxidabscheidung aus der Luft und -speicherung (DACCS):** Bei DACCS (Direct Air Carbon Dioxide Capture and Storage) geht es um die maschinelle oder chemische Abtrennung von CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft.

**Kohlenstoffdioxidentnahme (CDR):** Carbon Dioxide Removal. Bei CDR-Maßnahmen, auch Negativemissionen genannt, geht es darum, der Atmosphäre CO<sub>2</sub> zu entnehmen.

**Kohlenstoffseneke:** Eine Kohlenstoffseneke ist ein Kohlenstoffreservoir, das Kohlenstoff aufnimmt und damit die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre reduziert (UBA, 2023).

**Kreislaufwirtschaft:** Eine Kreislaufwirtschaft strebt die längstmögliche Nutzung von Produkten und Rohstoffen an. Praktisch heißt das, Abfälle durch die Wiederverwendung und Reparatur bestehender Produkte zu vermeiden. Ist das nicht möglich, werden sie wieder in ihre Ausgangsstoffe, also Rohstoffe, zerlegt und diese wiederverwertet. Abfallvermeidung und Wiederverwendung stehen dabei immer vor dem Recycling.

**Negativemissionen:** Unter Negativemissionen (Carbon Dioxide Removal, CDR) versteht man Maßnahmen, die der Atmosphäre CO<sub>2</sub> entziehen und damit potenziell erlauben, den Überschuss an Treibhausgasen in der Atmosphäre zu beheben.

**Offshore-Speicherung:** Die dauerhafte Einlagerung von CO<sub>2</sub> unter dem Meeresboden.

**Onshore-Speicherung:** Die dauerhafte unterirdische Einlagerung von CO<sub>2</sub> unter dem Festland.

**(Climatic) Overshoot:** Den Zustand der Überschreitung des 1,5-Grad-Ziels nennt man im Englischen „climatic overshoot“, zu Deutsch Emissionsüberschuss.

**Oxyfuel-Verfahren:** Beim Oxyfuel-Verfahren werden die Produktionsprozesse in einer Atmosphäre aus reinem Sauerstoff anstelle einfacher Umgebungsluft durchgeführt. Dadurch wird der freiwerdende Kohlenstoff direkt gebunden, sodass ein hoch konzentrierter (bis zu 100 Prozent) CO<sub>2</sub>-Strom entsteht. Dieses CO<sub>2</sub> kann verhältnismäßig einfach verdichtet und zur weiteren Nutzung (zum Beispiel als Kohlensäure in der Getränkeherstellung) oder Speicherung abtransportiert werden. Im direkten Vergleich ist dieses Verfahren weniger energieintensiv, vor allem wenn der benötigte Sauerstoff etwa als Koppelprodukt aus der Wasserstoffproduktion herangezogen werden kann.

**Prozessemissionen:** Treibhausgasemissionen, die in Industrieprozessen bei der chemischen Umwandlung der Ausgangsstoffe in die Produkte entstehen (ESYS, 2024), wie zum Beispiel bei der Zementherstellung.

**Punktquelle:** Der Ort des Übertritts der Emissionen in die Atmosphäre ist quasi punktförmig, wie zum Beispiel ein Schornstein. Die industrielle CO<sub>2</sub>-Abscheidung setzt direkt an der Quelle des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes an, den sogenannten Punktquellen. Dort ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration um ein Vielfaches höher als in der Atmosphäre. Bestehende Industrieanlagen können um einen zusätzlichen Prozessschritt erweitert werden. Am weitesten verbreitet sind zwei Verfahren: die Aminwäsche und das Oxyfuel-Verfahren.

**Treibhausgas:** Gase in der Atmosphäre, die die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche in das All verhindern.

**Treibhausgasneutralität:** Treibhausgasneutralität bedeutet, dass die Emissionen „unterm Strich“ bei null liegen. Alle Emissionen, die nicht vermieden werden, müssen anderweitig ausgeglichen beziehungsweise neutralisiert werden.

**Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent:** Eine Maßeinheit, die erstellt wurde, um die Klimawirkung verschiedener Treibhausgase vergleichen zu können (BMZ, 2024).

**Unvermeidbare Restemissionen:** Die verbleibenden Emissionen nach Anwendung aller CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen auf dem momentanen technischen Stand, vor allem aus der Landwirtschaft und Industrie. Um Klimaneutralität zu erreichen, müssen diese unvermeidbaren und je nach politischen Entscheidungen auch schwer vermeidbaren Restemissionen kontinuierlich durch die CO<sub>2</sub>-Entnahme aus der Atmosphäre („Negativemissionen“) ausgeglichen werden (ESYS, 2024).

## QUELLEN

- Agora Energiewende. 2023. „Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2023“. Abgerufen 25. April 2024 (<https://www.agora-energiewende.de/publikationen/die-energiewende-in-deutschland-stand-der-dinge-2023>).
- Agroscope Science. 2021. „Pflanzenkohle in der Landwirtschaft: Hintergründe zur Düngertilgung und Potentialabklärung für die Schaffung von Kohlenstoff-Senken“. Abgerufen 04. September 2024 (<https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/46567>).
- Ariadne. o. J. „Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 Szenarien und Pfade im Modellvergleich“. Abgerufen 30. Mai 2024 ([https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne\\_Szenarienreport\\_Oktober2021\\_corr0222\\_corr0524\\_lowres.pdf](https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_corr0222_corr0524_lowres.pdf)).
- BDEW. o. J. „Direct Air Capture“. Abgerufen 8. Mai 2024 (<https://www.bdew.de/online-magazin-zweitausend50/stoffwechsel/direct-air-capture-wie-sich-CO2-aus-der-luft-filtern-laesst/>).
- Bednaršek, Nina, Kerry-Ann Naish, Richard A. Feely, Claudine Hauri, Katsunori Kimoto, Albert J. Hermann, Christine Michel, Andrea Niemi und Darren Pilcher. 2021. „Integrated Assessment of Ocean Acidification Risks to Pteropods in the Northern High Latitudes: Regional Comparison of Exposure, Sensitivity and Adaptive Capacity“. *Frontiers in Marine Science* 8. doi: 10.3389/fmars.2021.671497.
- Böttcher, Hannes. o. J. „The Climate Impact of Forest and Land Management in the EU and the Role of Current Reporting and Accounting Rules – An Investigation into the Incentives Provided by LULUCF Reporting and Accounting and Their Implications“.
- Böttner, C., M. Haeckel, M. Schmidt, C. Berndt, L. Vielstädte, J. A. Kutsch, J. Karsten und T. Weiß. 2020. „Greenhouse gas emissions from marine decommissioned hydrocarbon wells: leakage detection, monitoring and mitigation strategies“. *ScienceDirect*.
- Brack, Duncan. 2024. „An Analysis of BECCS Industries’ Methodology for Certifying Industrial Carbon Removals“.
- Brandl, Patrick, Mai Bui, Jason P. Hallett und Niall Mac Dowell. 2021. „Beyond 90% capture: Possible, but at what cost?“. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 105:103239. doi: 10.1016/j.ijggc.2020.103239.
- Brinker, Lina-Sophie. 2024a. „Klimaschutzmaßnahmen im LULUCF-Sektor: Potenziale und Sensitivitäten“. Umweltbundesamt.
- Brinker, Lina-Sophie. 2024b. „Umweltauswirkungen der stofflichen Nutzung von CO<sub>2</sub>“. Umweltbundesamt. Bundesregierung. o. J. „Evaluierungsbericht der Bundesregierung des KSPG“. Abgerufen 25. April 2024 ([https://www.bmwb.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/evaluierungsbericht-bundesregierung-kspg.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwb.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/evaluierungsbericht-bundesregierung-kspg.pdf?__blob=publicationFile&v=1)).
- Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. 2021. „Verordnung über die Raumordnung in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone in der Nordsee und in der Ostsee“. Abgerufen 26. Juni 2024 (<https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/verordnung-ueber-die-raumordnung-in-der-deutschen-ausschliesslichen-wirtschaftszone-in-nordsee-und-ostsee.html?nn=21194610>).
- CDR Terra. 2023. „CDR – weil Emissionsreduktion alleine nicht genügt, um die Klimaziele zu erreichen“. Abgerufen 16. Februar 2024 ([https://cdrterra.de/wp-content/uploads/2024/07/01192024\\_Final\\_A5\\_CDRterra\\_Lehre\\_Broschuere\\_hyper-bnSySH.pdf](https://cdrterra.de/wp-content/uploads/2024/07/01192024_Final_A5_CDRterra_Lehre_Broschuere_hyper-bnSySH.pdf)).
- CDRmare. 2022. „Kohlendioxid-Speicherung im tiefen Untergrund der deutschen Nordsee“. CDRmare Research Mission. doi: 10.3289/CDRmare.06.
- CDRmare. 2024. „Gezielte Kohlendioxid-Entnahme: Welche Möglichkeiten meeresbasierte Verfahren bieten und wie diese erforscht werden“. CDRmare. doi: 10.3289/CDRmare.27\_V2.
- Copernicus. 2023. „Tracking breaches of the 1.5°C global warming threshold“. Abgerufen 13. Februar 2024 ([https://climate.copernicus.eu/tracking-breaches-150c-global-warming-threshold?utm\\_source=tw&utm\\_medium=socialmedia&utm\\_campaign=globalwarminglimit-june23](https://climate.copernicus.eu/tracking-breaches-150c-global-warming-threshold?utm_source=tw&utm_medium=socialmedia&utm_campaign=globalwarminglimit-june23)).
- Copernicus. 2024. „2024 virtually certain to be the warmest year and first year above 1.5°C“. Abgerufen 3. Dezember 2024 (<https://climate.copernicus.eu/copernicus-2024-virtually-certain-be-warmest-year-and-first-year-above-15degc>).
- Copernicus. 2025. „Copernicus-Bericht: 2024 war das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen“. Abgerufen 27. Dezember 2024 ([https://germany.representation.ec.europa.eu/news/copernicus-bericht-2024-war-das-warmste-jahr-seit-beginn-der-aufzeichnungen-2025-01-10\\_de](https://germany.representation.ec.europa.eu/news/copernicus-bericht-2024-war-das-warmste-jahr-seit-beginn-der-aufzeichnungen-2025-01-10_de)).
- dena. 2024. „Meta-Analyse zu Restemissionen und CO<sub>2</sub>-Entnahmepotenzialen in Deutschland“. Im Auftrag des BMWK. Abgerufen 12. Dezember 2024 ([https://www.bmwb.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/Negativemissionen-Dokumente/240829-l-ne-1-plenum-beratungsunterlage-metaanalyse.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmwb.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/Negativemissionen-Dokumente/240829-l-ne-1-plenum-beratungsunterlage-metaanalyse.pdf?__blob=publicationFile&v=2)).
- Deprez, Alexandra, Paul Leadley, Kate Dooley, Phil Williamson, Wolfgang Cramer, Jean-Pierre Gattuso, Aleksandar Rankovic, Eliot L. Carlson und Felix Creutzig. 2024. „Sustainability limits needed for CO<sub>2</sub> removal“. *Science* 383(6682):484–486. doi: 10.1126/science.adj6171.
- Deutscher Bundestag. 2021. „Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)“.
- Drösler, Matthias, Annette Freibauer, Wolfram Adelman, Jürgen Augustin, Lindsey Bergman, Colja Beyer, Bogdan Chojnicki, Christoph Förster, Michael Giebels, Stefan Görlitz, Heinrich Höper, Jochen Kantelhardt, Horst Liebersbach,

Maria Hahn-Schöfl, Merten, Minke, Ulrich Petschow, Jörg Pfadenhauer, Lena Schaller, Philipp, Schägner, Michael Sommer, Angelika Thuille und Marc Wehrhan. 2011. „Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis: Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt, Klimaschutz – Moornutzungsstrategien‘ 2006–2010“. Thünen Institut.

Dziejarski, Bartosz, Renata Krzyżyńska und Klas Andersson. 2023. „Current status of carbon capture, utilization, and storage technologies in the global economy: A survey of technical assessment“. *Fuel* 342:127776. doi: 10.1016/j.fuel.2023.127776.

ECO2. 2013. „Sub-Seabed CO<sub>2</sub> Storage: Impact on Marine Ecosystems“.

ECO2. 2016. „ECO2 Final Publishable Summary Report“. Abgerufen 29. April 2024 ([https://www.eco2-project.eu/ECO2\(265847\)%20Final%20Publishable%20Summary%20Report.pdf](https://www.eco2-project.eu/ECO2(265847)%20Final%20Publishable%20Summary%20Report.pdf)).

Energiestyrelsen. 2023. „Geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> an Land und in Küstengebieten“.

ESYS. 2024. „Kohlenstoffmanagement integriert denken: Anforderungen an eine Gesamtstrategie aus CCS, CCU und CDR“. Abgerufen 26. Juni 2024 (<https://energiesysteme-zukunft.de/publikationen/stellungnahme/carbon-management-integriert-denken>).

European Commission. 2024. „Q&A on the Net-Zero Industry Act“. Abgerufen 24. Juni 2024 ([https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA\\_24\\_2310](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_24_2310)).

European Commission. 2024. „Securing our future: Europe’s 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society“. Strasbourg.

European Environment Agency. 2023. „Greenhouse Gas Emissions from Land Use, Land Use Change and Forestry in Europe“. Abgerufen 13. Februar 2024 (<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-land>).

European Parliament. 2022. „Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Union certification framework for permanent carbon removals, carbon farming and carbon storage in products“. Abgerufen 27. März 2024 (<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7514-2024-INIT/en/pdf>).

European Union. 2024. „In-Depth Report on the Results of the Public Consultation on the EU Climate Target for 2040: Final Report“. Publications Office of the EU. Abgerufen 27. März 2024 (<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5c8263a6-c0b0-11ee-b164-01aa75ed71a1/language-en>).

Expertenrat für Klimafragen. 2024. „Gutachten zur Prüfung der Treibhausgas-Projektionsdaten 2024“.

Forest Litigation Collaborative. 2023. „The Case Against Negative Emissions“. Abgerufen 22. Mai 2024 (<https://forestitigation.org/wp-content/uploads/2023/11/The-Case-Against-Negative-Emissions-Nov-20-2023-1.pdf>).

Fuss, Sabine et al. 2018. „Negative emissions – Part 2: Costs, potentials and side effects“. *IOPscience*. Abgerufen 13. Februar 2024 (<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aabf9f/meta>).

Fuss, Sabine, Josep G. Canadell, Philippe Ciais, Robert B. Jackson, Chris D. Jones, Anders Lyngfelt, Glen P. Peters und Detlef P. Van Vuuren. 2020. „Moving toward Net-Zero Emissions Requires New Alliances for Carbon Dioxide Removal“. *One Earth* 3(2):145–149. doi: 10.1016/j.oneear.2020.08.002.

Geomar. 2020. „Neue Studie bestätigt umfangreiche Gasleckagen in der Nordsee“.

Geomar. o. J. „Monitoring CO<sub>2</sub> Leakage Sites on the Ocean Floor“. Abgerufen 29. April 2024 (<https://www.geomar.de/en/news/article/monitoring-co2-leakage-sites-on-the-ocean-floor>).

Global CCS Institute. 2022. „Global Status of CCS 2022“. Abgerufen 3. Juni 2024 ([https://status22.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2022/11/Global-Status-of-CCS-2022\\_Download.pdf](https://status22.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2022/11/Global-Status-of-CCS-2022_Download.pdf)).

Global CCS Institute. o. J. „Technology Readiness and Costs of CCS“. Abgerufen 2. Mai 2024 (<https://www.globalccsinstitute.com/resources/publications-reports-research/technology-readiness-and-costs-of-ccs/>).

Graichen, Dr. Patrick, Dr. Matthias Deutsch, Alexandra Langenheld, Frank Peter, Philipp D. Hauser, Fabian Hein, Mara Marthe Kleiner, Christoph Podewils und Wido K. Witecka. 2021. „Klimaneutrales Deutschland“. Technischer Steuerungskreis Agora Energiewende.

Gruber, Nicolas, Dominic Clement, Brendan R. Carter, Richard A. Feely, Steven van Heuven, Mario Hoppema, Masao Ishii, Robert M. Key, Alex Kozyr, Siv K. Lauvset, Claire Lo Monaco, Jeremy T. Mathis, Akihiko Murata, Are Olsen, Fiz F. Perez, Christopher L. Sabine, Toste Tanhua und Rik Wanninkhof. 2019. „The oceanic sink for anthropogenic CO<sub>2</sub> from 1994 to 2007“. *Science* 363(6432):1193–1199. doi: 10.1126/science.aau5153.

Hassoun, Abed El Rahman, Ashley Bantelman, Donata Canu, Steeve Comeau, Charles Galdies, Jean-Pierre Gattuso, Michele Giani, Michaël Grelaud, Iris Eline Hendriks, Valeria Ibello, Mohammed Idrissi, Evangelia Krasakopoulou, Nayrah Shaltout, Cosimo Solidoro, Peter W. Swarzenski und Patrizia Ziveri. 2022. „Ocean Acidification Research in the Mediterranean Sea: Status, Trends and next Steps“. *Frontiers in Marine Science* 9. doi: 10.3389/fmars.2022.892670.

Hawkins, Heidi-Jayne, Rachael I. M. Cargill, Michael E. Van Nuland, Stephen C. Hagen, Katie J. Field, Merlin Sheldrake, Nadejda A. Soudzilovskaia und E. Toby Kiers. 2023. „Mycorrhizal Mycelium as a Global Carbon Pool“. *Current Biology* 33(11):R560–573. doi: 10.1016/j.cub.2023.02.027.

Helmholtz Climate Initiative. 2023. Storing CO<sub>2</sub> under the North Sea: Opportunities and Risks“.

IEEP AISBL. 2022. „Carbon farming: Making agriculture fit for 2030“. Abgerufen 23. Mai 2024 (<https://ieep.eu/publications/carbon-farming-making-agriculture-fit-for-2030/>).

International Energy Agency (IEA). 2022. „CO<sub>2</sub> Storage Resources and Their Development – Analysis“. Paris.

International Energy Agency. 2023. „CCUS Projects Database – Data Product“.

- IPCC. 2019. „Global warming of 1.5°C“. Abgerufen 28. Mai 2024 (<https://www.ipcc.ch/sr15/>).
- IPCC. 2022. „The evidence is clear: the time for action is now. We can halve emissions by 2030“. Abgerufen 30. April 2024 (<https://www.ipcc.ch/2022/04/04/ipcc-ar6-wgiii-pressrelease/>).
- IPCC. 2023a. „AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023“. Abgerufen 13. Februar 2024 (<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>).
- IPCC. 2023b. „Climate Change 2023 Synthesis Report“.
- Kearns, Dr David. o. J. „Technology Readiness and Costs of CCS“.
- Kohnert, Katrin. o. J. „Gutachten zur Prüfung der Treibhausgas-Projektionsdaten 2024“.
- Krutzler, Thomas, Raphael Wasserbaur und Ilse Schindler. 2023. „Energie- und Treibhausgasszenarien 2023“. Umweltbundesamt.
- Lehtveer, Mariliis und Anna Emanuelsson. 2021. „BECCS and DACCS as Negative Emission Providers in an Intermittent Electricity System: Why Levelized Cost of Carbon May Be a Misleading Measure for Policy Decisions“. *Frontiers in Climate* 647276. doi: 10.3389/fclim.2021.647276.
- Luderer, L., C. Kost und D. Sörger (Hrsg.). 2021. „Deutschland auf dem Pfad zur Klimaneutralität – Szenarien und Pfade im Modellvergleich“. Potsdam. Download unter: [https://publications.pik-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item\\_26056\\_6](https://publications.pik-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_26056_6).
- Lütters, Heike und Sina Löschke. 2024. „CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresgebiet – Nutzungskonflikte und Einbeziehung in die Meeresraumplanung?“. GEOSTOR/BGR. doi: 10.3289/CDRmare.34.
- McDonald, Hugh (Ecologic Institute), Ana Freluh-Larsen (Ecologic Institute), Laurens Duin (Ecologic Institute), Anna Lorant, Sarah Pyndt Andersen, Giulia Costa Domingo, Harriet Bradley und Gabrielle Aubert. 2022. „Carbon Farming: Making Agriculture Fit for 2030“.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. 2019. „National Climate Agreement – The Netherlands – Publicatie – Klimaatakkoord“. Abgerufen 26. Juni 2024 (<https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/national-climate-agreement-the-netherlands>).
- NABU e. V. 2024. „NABU-Standpunkt: Biogas aus Stroh, Gülle und Mist“. Abgerufen 22. Mai 2024 (<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabu/energie/biomasse/240415-nabu-standpunkt-biogas-stroh-guelle-mist.pdf>).
- NABU e. V. o. J. „NABU-Kompass 2030 – NABU“. Abgerufen 13. März 2024 (<https://www.nabu.de/wir-ueber-uns/was-wir-tun/29639.html>).
- NRDC. 2021. „A bad biomass bet: why the leading approach to biomass energy and carbon capture isn't carbon negative“. Abgerufen 3. Juni 2024 (<https://www.nrdc.org/sites/default/files/bad-biomass-bet-beccs-ib.pdf>).
- Öko-Institut. 2024a. „Securing the Underground“. Im Auftrag der ECF. Berlin.
- Öko-Institut. 2024b. „Transformation zu einem vollständig treibhausgasneutralen Deutschland“. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau.
- PIK. 2009. „CCS: CO<sub>2</sub>-Sequestrierung: Ein wirksamer Beitrag zum Klimaschutz?“. Potsdam.
- Purr, K., J. Günther, H. Lehmann und P. Nuss. 2019. „Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität“. Studie. Dessau-Roßlau. Download unter: <https://www.umweltbundesamt.de/rescue>.
- Schenuit, Felix, Miranda Böttcher und Oliver Geden. 2023. „Carbon Management: Chancen und Risiken für ambitionierte Klimapolitik“. doi: 10.18449/2023A30.
- Schmidt, Holger. 2024. „Treibhausgas-Projektionen 2024 – Ergebnisse kompakt“. Umweltbundesamt.
- Schuberth, Jens. 2023a. „Projektionsbericht 2023: Projizierte Entwicklung der Treibhausgas-Nettobilanz des LULUCF-Sektors“. Umweltbundesamt. Abgerufen 8. Mai 2024 (<https://www.umweltbundesamt.de/bild/projektionsbericht-2023-projizierte-entwicklung-der>).
- Schuberth, Jens. 2023b. „Technische Kohlenstoffsinken“. Umweltbundesamt. Abgerufen 6. Mai 2024 (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/technische-kohlenstoffsinken>).
- Schulz, R., E. Suchi, D. Öhlschläger, J. Dittmann, S. Knopf und C. Müller. 2013. „Geothermie-Atlas zur Darstellung möglicher Nutzungskonkurrenzen zwischen CCS und Tiefer Geothermie“. Endbericht, LIAG-Bericht, Archiv-Nr. 131 310. Hannover.
- Shukla, Priyadarshi R., Jim Skea, Raphael Slade, Alaa Al Khourdajie, Renée van Diemen, David McCollum, Minal Pathak, Shreya Some, Purvi Vyas, Roger Fradera, Malek Belkacemi, Apoorva Hasija, Géninha Lisboa, Sigourney Luz und Juliette Malley (Hrsg.). 2022. „Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability“. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Song, Youngsoo, Sungjun Jun, Yoonsu Na, Kyuhyun Kim, Youngho Jang und Jihoon Wang. 2023. „Geomechanical challenges during geological CO<sub>2</sub> storage: A review“. *Chemical Engineering Journal* 456:140968. doi: 10.1016/j.cej.2022.140968.
- Sorensen, Tobias und Karsten Capion. 2023. „The potential for Carbon Capture and Storage in Denmark“. Concito.
- Stenzel, Fabian, Peter Greve, Wolfgang Lucht, Sylvia Tramberend, Yoshihide Wada und Dieter Gerten. 2021. „Irrigation of Biomass Plantations May Globally Increase Water Stress More than Climate Change“. *Nature Communications* 12(1):1512. doi: 10.1038/s41467-021-21640-3.

Umweltbundesamt (UBA). 2008. „CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung im Meeresgrund“. Abgerufen 29. April 2024 (<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3667.pdf>).

Umweltbundesamt (UBA). 2023. „Projektionsbericht 2023 für Deutschland“. Umweltbundesamt.

VDZ. 2024. „CO<sub>2</sub>-Infrastruktur“. Abgerufen 8. Mai 2024 (<https://www.vdz-online.de/zementindustrie/klimaschutz/co2-infrastruktur>).

Vielstädte, Lisa, Peter Linke, Mark Schmidt, Stefan Sommer, Matthias Haeckel, Malte Braack und Klaus Wallmann. 2019. „Footprint and detectability of a well leaking CO<sub>2</sub> in the Central North Sea: Implications from a field experiment and numerical modelling“. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 84:190–203. doi: 10.1016/j.ijggc.2019.03.012.

Vilarrasa, V. 2016. „The Role of the Stress Regime on Microseismicity Induced by Overpressure and Cooling in Geologic Carbon Storage“. *Geofluids* 16(5):941–953. doi: 10.1111/gfl.12197.

Wallmann, K., S. Löscke und GEOSTOR-Konsortium. 2024. „CDRmare Insights: CO<sub>2</sub>-Speicherung tief unter der deutschen Nordsee: Die sieben wichtigsten Erkenntnisse aus der GEOSTOR-Forschung“. S. 1–8. doi: 10.3289/CDRmare.36.

Wallmann, Klaus. 2011. „EU project ECO2 – office“.

Wallmann, Klaus. 2023. „CCS (Carbon Capture and Storage): CO<sub>2</sub>-Speicherung unter der Nordsee“. In: Lozan, J. L., H. Graßl, S.-W. Breckle, D. Kasang und M. Quante (Hrsg.). *Warnsignal Klima: Hilft Technik gegen die Erderwärmung? Climate Engineering in der Diskussion. Wissenschaftliche Auswertungen*. In Kooperation mit GEO. Hamburg. S. 120–125.

Zukunft Gas. 2024. „Carbon Capture Utilization“. Abgerufen 22. Mai 2024 (<https://gas-h2.de/transformation-energiesystem/carbon-management/carbon-capture-utilization/>).

## NABU VOR ORT

### NABU-Bundesverband

Charitéstraße 3  
10117 Berlin  
Tel. 030.28 49 84-0  
Fax 030.28 49 84-20 00  
NABU@NABU.de  
www.NABU.de

### NABU Baden-Württemberg

Tübinger Straße 15  
70178 Stuttgart  
Tel. 07 11.9 66 72-0  
Fax 07 11.9 66 72-33  
NABU@NABU-BW.de  
www.NABU-BW.de

### NABU-Partner Bayern – Landesbund für Vogel- und Naturschutz in Bayern (LBV)

Eisvogelweg 1  
91161 Hilpoltstein  
Tel. 0 91 74.47 75-0  
Fax 0 91 74.47 75-75  
Infoservice@LBV.de  
www.LBV.de

### NABU Berlin

Wollankstraße 4  
13187 Berlin  
Tel. 030.9 86 08 37-0  
Fax 030.9 86 70 51  
LvBerlin@NABU-Berlin.de  
www.NABU-Berlin.de

### NABU Brandenburg

Lindenstraße 34  
14467 Potsdam  
Tel. 03 31.2 01 55-70  
Fax 03 31.2 01 55-77  
Info@NABU-Brandenburg.de  
www.NABU-Brandenburg.de

### NABU Bremen

Vahrer Feldweg 185  
28309 Bremen  
Tel. 04 21.4 84 44 87-0  
Fax 04 21.4 84 44 87-7  
Info@NABU-Bremen.de  
www.NABU-Bremen.de

### NABU Hamburg

Klaus-Groth-Straße 21  
20535 Hamburg  
Tel. 040.69 70 89-0  
Fax 040.69 70 89-19  
Info@NABU-Hamburg.de  
www.NABU-Hamburg.de

### NABU Hessen

Friedenstraße 26  
35578 Wetzlar  
Tel. 0 64 41.6 79 04-0  
Fax 0 64 41.6 79 04-29  
Info@NABU-Hessen.de  
www.NABU-Hessen.de

### NABU Mecklenburg-Vorpommern

Wismarsche Straße 146  
19053 Schwerin  
Tel. 03 85.59 38 98-0  
Fax 03 85.5938 98-29  
LGS@NABU-MV.de  
www.NABU-MV.de

### NABU Niedersachsen

Alleestraße 36  
30167 Hannover  
Tel. 05 11.9 11 05-0  
Fax 05 11.9 11 05-40  
Info@NABU-Niedersachsen.de  
www.NABU-Niedersachsen.de

### NABU Nordrhein-Westfalen

Helmholtzstr. 19  
40215 Düsseldorf  
Tel. 02 11.15 92 51-0  
Fax 02 11.15 92 51-15  
Info@NABU-NRW.de  
www.NABU-NRW.de

### NABU Rheinland-Pfalz

Frauenlobstraße 15-19  
55118 Mainz  
Tel. 0 61 31.1 40 39-0  
Fax 0 61 31.1 40 39-28  
Kontakt@NABU-RLP.de  
www.NABU-RLP.de

### NABU Saarland

Antoniusstraße 18  
66822 Lebach  
Tel. 0 68 81.93 61 9-0  
Fax 0 68 81.93 61 9-11  
LGS@NABU-Saar.de  
www.NABU-Saar.de

### NABU Sachsen

Löbauer Straße 68  
04347 Leipzig  
Tel. 03 41.33 74 15-0  
Fax 03 41.33 74 15-13  
Landesverband@NABU-Sachsen.de  
www.NABU-Sachsen.de

### NABU Sachsen-Anhalt

Gerhart-Hauptmann-Straße 14  
39108 Magdeburg  
Tel. 03 91.5 61 93-50  
Fax 03 91.5 61 93-49  
Mail@NABU-LSA.de  
www.NABU-LSA.de

### NABU Schleswig-Holstein

Färberstraße 51  
24534 Neumünster  
Tel. 0 43 21.7 57 20-60  
Fax 0 43 21.7 57 20-61  
Info@NABU-SH.de  
www.NABU-SH.de

### NABU Thüringen

Leutra 15  
07751 Jena  
Tel. 0 36 41.60 57 04  
Fax 0 36 41.21 54 11  
LGS@NABU-Thueringen.de  
www.NABU-Thueringen.de

## NABU-Positionspapiere

Positionspapiere sind Dokumente, die gegebenenfalls nach Beratung durch den Bund-Länder-Rat vom NABU-Präsidium verabschiedet werden und die genaueren Beschreibungen der verbandlichen Meinung zu speziellen Themenfeldern des Natur- und Umweltschutzes oder der verbandlichen Entwicklung enthalten. Sie können auch auf aktuellere Fragestellungen eingehen und sollen eine mittlere Gültigkeitsdauer (fünf Jahre) haben können. Die Positionspapiere sollen sich innerhalb des Rahmens bewegen, der durch die Strategiepapiere und Grundsatzprogramme abgesteckt wird. Sie beziehen sich deshalb in der Regel auf eines der beschlossenen Grundsatzprogramme und geben insbesondere die Richtung im Umgang mit Zielkonflikten vor. Die Positionspapiere sind für alle NABU-Gliederungen und NABU-Repräsentant\*innen verbindlich.

## NABU-Positionspapier Carbon Management

**Veröffentlichungsdatum:** Mai 2025

**Legitimationsebene:** Bund-Länder-Rat (März 2025)

**Autor\*innen:** Katharina Fey, Dr. Steffi Ober, Thorsten Werner, Michaela Kruse, Max Meister, Stephan Piskol

**Kontakt:** NABU-Bundesverband, Fachbereich Klima- und Umweltpolitik, Team Ökonomie und Forschung

**E-Mail:** Steffi.Ober@NABU.de

### Impressum

© 2025, NABU-Bundesverband, 1. Auflage 05/2025

NABU (Naturschutzbund Deutschland) e. V.

Charitéstraße 3, 10117 Berlin

Tel.: +49 (0)30.28 49 84-0

Fax: +49 (0)30.28 49 84-20 00

NABU@NABU.de, www.NABU.de

Text: Katharina Fey, Dr. Steffi Ober, Thorsten Werner,

Michaela Kruse, Max Meister, Stephan Piskol

Lektorat: Christian Jerger, ad litteras, Berlin

Redaktion: Marcel Wicha

Gestaltung: Hannes Huber Kommunikation, Oppenau

Bildnachweis: Titel: Dee karen/Adobe Stock; S. 2: Vera/Adobe Stock; S. 4: T. Linack/Adobe Stock; S. 6: NABU/Kim Detloff; S. 7: Ingo Bartussek/Adobe Stock; S. 9: Irina Schmidt/Adobe Stock (oben), NABU/Johannes Enssle (unten); S. 15: NABU/Eric Neuling (links), Grispb/Adobe Stock; S. 20: travelview/Adobe Stock (links), Rochu\_2008/Adobe Stock (rechts); S. 21: NABU/Ben Kriemann (links), NABU/Karin Flohr (rechts); S. 32: Olha Rohulya/Adobe Stock

Info-Grafik S. 8: Magdalena Michalka

Artikel-Nr.: 502530115

