



# WWF-Leitlinien für den Einsatz von Carbon Capture and Storage (CCS) in Deutschland Industriepolitik und Meeresschutz, November 2023

## Inhalt

Zusammenfassung .....	1
Politische und rechtliche Situation zu CCS .....	2
Hintergrund zu CCS .....	3
WWF Leitlinien für die Anwendung von CCS .....	5
Ausblick .....	8

## Zusammenfassung

Weltweit wird mit Hochdruck an Lösungen gearbeitet, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in die Atmosphäre zu vermindern. Im Zentrum steht dabei die Dekarbonisierung des Industriesektors, der in Deutschland im Jahr 2021 rund ein Viertel der Gesamtemissionen zu verantworten hatte. Bis zum Jahr 2045 will Deutschland klimaneutral werden. Dieses Ziel kann rechnerisch, Stand heute, nur unter Zuhilfenahme der Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (Carbon Capture Storage, CCS) für die „nicht vermeidbaren“ Industrieemissionen erreicht werden.

Nach Ansicht des WWF hat **die Dekarbonisierung von Industrieprozessen oberste Priorität**. Alle zur Verfügung stehenden Mittel und Methoden müssen hierfür in Betracht gezogen werden. Wir erkennen grundsätzlich an, dass für die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in die Atmosphäre auch ein Verfahren wie CCS hilfreich sein kann. Jedoch knüpfen sich an den gesamten CCS-Prozess – von der Abscheidung bis zur Speicherung des CO<sub>2</sub> im Meeresboden – **eine Reihe von Bedingungen, die der WWF in diesem Leitlinien-Papier kritisch beleuchtet**. Erst wenn alle Vorbedingungen erfüllt sind, kann CCS dazu beitragen, die am Ende tatsächlich „nicht vermeidbaren“ Emissionen des Industriesektors zu verringern.

Generell gilt: Lagerstätten für CO<sub>2</sub> unter dem Meeresboden sind in Anzahl und Größe begrenzt. Hier könnte also in Zukunft **ein kontinuierlicher Bedarf auf eine endliche Ressource treffen**. Verfüllte CO<sub>2</sub>-Lager sind entsprechend ihrer Bestimmung als Ewigkeitsspeicher zudem grundsätzlich nicht regenerativ. Hinzu kommt der immens hohe Bedarf an infrastrukturellen Maßnahmen für CCS-Projekte sowohl an Land als auch auf See. Mit diesen Maßnahmen ist ein **zusätzlicher Energie- und Emissionsaufwand** verbunden, der aus Sicht des WWF in den Bilanzen auftauchen und in Relation gesetzt werden muss zu den Emissionen, für die CCS überhaupt infrage kommt. Im Folgenden skizzieren wir, welche Emissionen das sind und formulieren die **Leitlinien aus Sicht des WWF**, die für eine Abscheidung und dauerhafte CO<sub>2</sub>-Lagerung im Meeresboden unbedingt gelten müssen.

## Politische und rechtliche Situation zu CCS

Bereits im Jahr 2007 wurden auf internationaler Ebene einige rechtliche Hindernisse für **eine dauerhafte Speicherung von CO<sub>2</sub> unter dem Meeresboden** abgebaut. Für das Gebiet der Nordsee sind dabei das Meeresschutzübereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks **OSPAR**<sup>1</sup> und das **London-Protokoll**<sup>2</sup> (LP) bedeutsam. Beide Konventionen verabschiedeten Änderungen bzw. Ergänzungen, die seither eine grenzüberschreitende CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresboden grundsätzlich zulassen. OSPAR stellt dabei hohe Anforderungen an den Schutz der Meeresumwelt und fordert für jedes betreffende Gebiet Risikobewertungen und die Berücksichtigung von biologischen Merkmalen, Meeresschutzgebieten und Nutzungsinteressen wie Trinkwasserversorgung oder Fischereiaktivitäten.

Der Artikel 6 des LP, der seit 2009 den grenzüberschreitenden Export von CO<sub>2</sub> genehmigen würde, wurde bislang nicht in ausreichendem Umfang ratifiziert – auch von Deutschland nicht – und ist daher nicht in Kraft. Um dennoch die Möglichkeit zum grenzüberschreitenden Verbringen und Deponieren von CO<sub>2</sub> zu schaffen, beschlossen die Vertragsparteien zum LP im Jahr 2019, dass Artikel 6 *vorläufig angewendet* werden darf.<sup>3</sup> Diese vorläufige Anwendung setzt zwar kein vollständiges Ratifikationsverfahren für Artikel 6 voraus, kann jedoch nur zwischen den Staaten vereinbart werden, die eine entsprechende Erklärung abgegeben haben. Eine solche Erklärung liegt bislang nur aus Norwegen, Dänemark und den Niederlanden vor. Wollte Deutschland CO<sub>2</sub> bspw. nach Norwegen exportieren, müsste auch Deutschland diese Erklärung abgeben und zudem sein Hohe-See-Einbringungsgesetz<sup>4</sup> entsprechend anpassen.

In der Europäischen Union regelt die **Richtlinie 2009/31/EG**<sup>5</sup> („CCS-Richtlinie“) seit 2009 die geologische Speicherung von Kohlendioxid. In Deutschland wurde diese Richtlinie im **Kohlendioxid-Speicherungsgesetz KSpG**<sup>6</sup> von 2012 umgesetzt. Darin machte die Bundesregierung CCS allein für Erprobungs- und Demonstrationszwecke anwendbar und überlässt den Bundesländern sowohl die Auswahl als auch den Ausschluss von Gebieten für die Kohlenstoffspeicherung. Alle Küstenbundesländer nutzten diese Möglichkeit, um CCS für ihr Landesgebiet gänzlich auszuschließen. Das KSpG sah vor, dass bis zum Jahr 2016 Anträge auf eine Speicherezulassung gestellt werden konnten. Diese Frist blieb ungenutzt, sodass nach aktueller Gesetzeslage die CO<sub>2</sub>-Speicherung im gesamten Bundesgebiet unmöglich ist. Eine dauerhafte Entsorgung von CO<sub>2</sub> in unterirdischen und unterseeischen Gesteinsschichten erfordert also ein novelliertes KSpG, und erst wenn der rechtliche Rahmen in Deutschland geschaffen ist, dürfte CCS in Deutschland angewendet werden.

Aktuell erarbeitet das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) unter Beteiligung von Stakeholdern eine **Carbon Management Strategie (CMS)**, die in 2024 vorgelegt werden soll. Sie wird die Bedingungen für die Anwendung von CCS und CCU (Carbon Capture and Utilisation) in Deutschland definieren und beschreiben, für welche Emissionen und industrielle Verfahren CCS überhaupt genehmigungsfähig sein soll.

---

<sup>1</sup> <https://www.ospar.org/>

<sup>2</sup> <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/London-Convention-Protocol.aspx>

<sup>3</sup> <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/LC-41-LP-14-.aspx>

<sup>4</sup> <https://www.gesetze-im-internet.de/hoheseeinbrg/HoheSeeEinbrG.pdf>

<sup>5</sup> <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0114:0135:de:PDF>

<sup>6</sup> <https://www.gesetze-im-internet.de/kspg/index.html>

## Hintergrund zu CCS

### Funktionsweise und kritische Punkte

CCS beschreibt einen Prozess, bei dem das CO<sub>2</sub> an einer Kohlendioxidquelle zunächst abgeschieden wird. Das abgeschiedene CO<sub>2</sub> kann anschließend in chemischen Verfahren als Rohstoff verwendet werden oder es wird dauerhaft gespeichert. Diese Deponierung kann entweder an Land oder unter dem Meeresboden geschehen. Im Falle der CO<sub>2</sub>-Deponierung im Meeresboden wird das abgeschiedene CO<sub>2</sub> unter hohem Druck verflüssigt, über Land und über See zur Lagerstätte transportiert und dort in poröses Gestein oder ausgebeutete Erdgaslagerstätten tief im Meeresboden injiziert. Das deutschlandweit größte Speicherpotenzial dafür wird entlang der Nordseeküste in den Sandsteinlagerstätten vermutet, die wenigstens 800 Meter unter dem Meeresgrund liegen.<sup>7</sup> Als geeignete Lagerstätten sind sie von einer Barrierschicht aus Ton- oder Salzgestein überlagert, die einen Aufstieg leichterer Stoffe verhindert. Die optimale Ausnutzung der Lagerkapazitäten wird auch über den Druck und die Anzahl der Injektionspunkte mitbestimmt. Außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes finden sich geeignete Deponien vor allem im stark porösen, basaltischen Gestein, etwa auf dem Mittelozeanischen Rücken. Hier kommt es zusätzlich zu einer Carbonatisierung, also einer chemischen Bindung des Kohlendioxids.<sup>8</sup>

**CCS ist ein energieintensiver Prozess**, auch weil für den optimalen und umweltschonenden Transport sowie für die Zwischenspeicherung unterschiedliche Druckregimes und Temperaturen eingehalten werden müssen. Der ganze Vorgang des CCS ist **nur dann klimaneutral, wenn er mit erneuerbaren Energien** betrieben wird. Dazu müssen auch der zusätzliche Energieeinsatz und die Klimabelastung durch die Erzeugung des Stahls für Anlagen Schiffe und Pipelines in die Gesamtkostenberechnung integriert werden.

Die Suche nach Öl und Gas hinterließ in der Nordseeregion rund 15.000 Probebohrlöcher. Einige Dutzend dieser Bohrlöcher wurden bislang untersucht.<sup>9</sup> Es zeigte sich, dass im oberen Kilometer Meeresboden beim Vorkommen von sogenanntem „flachen Gas“ mit einer Wahrscheinlichkeit von 80 Prozent Erdgas austritt. Die Testbohrungen scheinen die ursprünglichen Gesteinsformationen mechanisch derart gestört zu haben, dass zwischen der Außenseite des Bohrlochs und dem Gestein Wegsamkeiten für das Gas entstanden sind. Auch wenn an diesen Stellen kein Erdgas aus tieferen Regionen nachgewiesen wurde, ist ein **späteres Entweichen des gespeicherten CO<sub>2</sub> nicht vollständig ausgeschlossen**.<sup>10</sup>

Während des Speichervorgangs können **Grundwasservorkommen nachhaltig verschmutzt** und unbrauchbar werden. Im Falle von ehemaligen Erdöl- oder Erdgas-Lagerstätten können auch Sole und Grundwasser mitsamt den übrig gebliebenen Kohlenwasserstoffen und giftigen Rückständen in unbelastete Sole- und Grundwasserleiter verdrängt werden.

In Europa hat kein Land so viel Erfahrung mit dem kommerziellen Einsatz der CCS-Technologie wie Norwegen. Im Jahr 1996 startete Norwegen das weltweit erste kommerzielle CO<sub>2</sub>-Speicherprojekt in einer Tiefe von 800 bis 1000 Metern unter dem Meeresboden (Sleipner).<sup>11</sup> Hier wird direkt an der Förderplattform das CO<sub>2</sub> abgeschieden und parallel wieder in den Meeresboden injiziert. Dadurch wird auch

<sup>7</sup> acatech (Hrsg.): CCU und CCS. Bausteine für den Klimaschutz in der Industrie, Herbert Utz Verlag 2018. Karte S. 34

<sup>8</sup> <https://aims3.cdrmare.de/>

<sup>9</sup> <https://www.geomar.de/news/article/neue-studie-bestaetigt-umfangreiche-gasleckagen-in-der-nordsee>

<sup>10</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=P1KQOo5ZZIE>

<sup>11</sup> <https://sequestration.mit.edu/tools/projects/sleipner.html>



das verbliebene Erdgas aus der Lagerstätte ausgetrieben und anschließend gefördert (sog. „enhanced gas recovery“).

## Bedarf und Pläne in und um Deutschland

Der Weltklimarat IPCC<sup>12</sup> nennt CCS einen „Baustein im Maßnahmenmix“, in welchem parallel zur Emissionsminderung auch Steigerungen von Energieeffizienz, Materialnutzungseffizienz, Recycling und Wiederverwendung sowie eine höhere Lebensdauer von Produkten eine Rolle spielen müssen. Der Bericht merkt jedoch an, dass **CCS erst dann zur Emissionsminderung beitragen kann, wenn es ausreichend erprobt, kosteneffizient und öffentlich akzeptiert** ist. Laut Bundesregierung waren die Widerstände aus der Zivilgesellschaft mitverantwortlich dafür, dass in Deutschland über einzelne Pilotansätze hinaus bislang keine CCS-Projekte realisiert wurden.<sup>13</sup>

Doch auch aus anderen Gründen scheitern noch immer deutlich mehr CCS-Projekte, als dass sie erfolgreich sind. Zwischen 2009 und 2017 bewilligte die EU-Kommission eine Milliarde Euro für sechs CCS-Projekte unter dem European Energy Programme for Recovery (EEPR).<sup>14</sup> Zum Ende der Förderperiode waren 420 Millionen Euro ausbezahlt worden. In seinem Bericht bilanzierte der EU-Rechnungshof, dass bis auf ein abgeschlossenes Projekt in Spanien alle Vorhaben – auch das in Deutschland – mit Auslaufen des Förderprogramms beendet wurden und ohne Ergebnis blieben.<sup>15</sup> Als Gründe wurden unter anderem die allgemeine Rechtsunsicherheit und ungünstige Investitionsbedingungen ermittelt.

Aktuell bereitet die Politik einen neuen Rechtsrahmen vor. Doch bis in Deutschland mit der CO<sub>2</sub>-Verpressung in industriellem Maßstab begonnen werden kann, vergehen optimistisch gerechnet noch rund zehn Jahre.<sup>16</sup> Da Deutschland nur in geringem Umfang in der Öl- und Gasförderung aktiv war, steht beispielsweise kaum Infrastruktur zur Weiterverwendung bereit. Nach Einschätzung von Experten würden die Akteure mit dem Errichten neuer Pipelines und dem Bau neuer Schiffe erst nach der Erteilung einer Speicherlizenz beginnen. Interessierte Unternehmen können eine Speicherlizenz jedoch erst nach gründlicher Erkundung ihres Vorhabens beantragen. Solche Anträge müssen Details zur Risikoabschätzung bezüglich des Druck-Grenzwertes enthalten sowie Monitoringpläne rund um die Umweltrisiken oder auch Prüfaufträge, wie das betreffende Vorhaben in die deutsche Meeresraumplanung passt. Daher werden diverse behördliche Stellen involviert, wie beispielsweise das Umweltbundesamt (UBA), das Bundesamt für Naturschutz (BfN) oder das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

Aktuell starten rund um die Nordsee ein knappes Dutzend neue marine CCS-Projekte. In GB, NL, DK, BE, NO und FR wird nach potenziellen Erkundungsstellen und Depo-nien gesucht. In den Niederlanden beginnt im Jahr 2024 der Bau einer CO<sub>2</sub>-Deponie vor dem Hafen von Rotterdam und in Dänemark wurden zum Jahresbeginn 2023 die ersten Lizenzen erteilt, um CO<sub>2</sub> unter dem dänischen Teil der Nordsee einzulagern.

<sup>12</sup> IPCC 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change [https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/drafts/fgd/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_summary-for-policymakers\\_may-version.pdf](https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/drafts/fgd/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers_may-version.pdf)

<sup>13</sup> [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/evaluierungsbericht-bundesregierung-spg.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/evaluierungsbericht-bundesregierung-spg.pdf?__blob=publicationFile&v=10)

<sup>14</sup> <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/climate-action-24-2018/en/>

<sup>15</sup> <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/climate-action-24-2018/en/#A22>

<sup>16</sup> Stand: 2023, Einschätzung von Prof. Klaus Wallmann (Geomar Kiel, pers. Mitteilung)

## WWF-Leitlinien für die Anwendung von CCS

### a) ... für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung in der Industrie

**1. Kein CCS für energiebedingte Emissionen:** Bevor CCS zum Einsatz kommt, müssen alle verfügbaren Maßnahmen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen konsequenter ergriffen werden. Für viele Prozesse, die heute noch mit Kohle oder Gas laufen, gibt es Lösungen zur Dekarbonisierung und Defossilisierung: die Umstellung auf grünen Wasserstoff, umfangreiche Elektrifizierung mithilfe erneuerbarer Energien oder das Einsparen von Energie durch erhöhte Energieeffizienz sowie die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft. CCS darf dabei nie für die Förderung oder Erzeugung fossiler Energie und auch nicht für Enhanced Oil Recovery (EOR)<sup>17</sup> zum Einsatz kommen. Der Ausbau der erneuerbaren Energien hat wesentlich dazu beigetragen, dass der Energiesektor eine signifikante Emissionsminderung seit 2013 erzielt hat.<sup>18</sup> Die Anwendung von CCS zur Dekarbonisierung von Kohle- und Gaskraftwerke ist demnach völlig obsolet und würde nur Lock-In-Effekte schaffen.

**2. Staatliche Subventionierung nur von grünem Wasserstoff.** Blauer Wasserstoff wird mit Erdgas produziert. Das dabei entstehende CO<sub>2</sub> wird anschließend abgetrennt. Grüner Wasserstoff ersetzt bereits heute erdgasgasbasierte Verfahren in den energie- und emissionsintensiven Industriebranchen und trägt zur Defossilisierung der Industrie bei. Daher sollten staatliche Mittel primär in den Ausbau von grünem Wasserstoff und in die dafür benötigte Infrastruktur und nicht in die Subventionierung von blauem Wasserstoff fließen.

### 3. CCS darf ausschließlich in der Industrie und nur unter diesen Bedingungen genutzt werden:

**a) Nur für „nicht vermeidbare“ Emissionen:** Ein Teil der Emissionen lässt sich nicht über Prozess- oder Verfahrensumstellung reduzieren. Diese rund fünf Prozent der Emissionen im Industriebereich stammen v. a. aus der Zement- und Kalkindustrie sowie aus der Müllverbrennung. Sie entstehen im Rahmen von chemischen Prozessen, die auch bei einem Wechsel von fossilen auf erneuerbare Energieträger bislang nicht vermieden werden können. Bis für diese Emissionen neue Wege zur Reduktion entwickelt worden sind, kann für den Übergang die CCS-Technologie einen Beitrag leisten. Gleichzeitig braucht es für die klimaneutralen Verfahren auch die beständig wachsende Entwicklung alternativer Produkte. Letztlich fehlt die eine klare und stabile Definition der Kategorie „nicht vermeidbar“ pro Sektor/Anlage.

„Nicht vermeidbar“ sind Emissionen, die bei industriellen Produktionsprozessen entstehen und die durch andere verfügbare Reduktionsmaßnahmen (noch) nicht vermieden werden können. Das betrifft zum aktuellen Zeitpunkt in erster Linie die Zement- und Kalkindustrie sowie die Müllverbrennung.

**b) Einsatz erst nach allen anderen Maßnahmen zur Dekarbonisierung und Defossilisierung:** Bevor CCS für industrielle Prozesse in Erwägung gezogen wird, müssen die Unternehmen alle anderen Maßnahmen in überprüf- und nachvollziehbarer Weise umgesetzt haben. Dazu gehören Transformationspläne, wie sie z. B. im Europäischen Emissionshandel für die 20 Prozent schlechtesten Performer bereits vorausgesetzt werden. In diesen Plänen beschreiben die Unternehmen, wie sie

<sup>17</sup> Enhanced Oil Recovery (EOR) beschreibt die erhöhte Förderung von Erdöl in bereits ausgehöhlten Erdöl-Lagerstätten. Dabei wird CO<sub>2</sub> in die Erdöl-Lagerstätte gepresst. In Kombination mit dem entstehenden Druck löst sich das Erdöl von den Wänden und kann gefördert werden.

<sup>18</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>





die Transformation gestalten und sich für die Klimaneutralität im Jahr 2045 fit machen. Auf diesem Weg kann deutlich werden, für welche Transformationschritte es bereits technische Lösungen gibt und bei welchen auf CO<sub>2</sub>-Abscheidung zurückgegriffen werden muss.

**c) Nur mit erneuerbaren Energien:** Wird der energieintensive CCS-Prozess nicht mit erneuerbaren Energien betrieben, ist der Vorgang nicht klimaneutral. Erneuerbare Energien sollten aber zunächst für die Versorgung anderer Sektoren zur Verfügung stehen. Hierfür müssen Unternehmen nachweisen, dass sie zusätzlichen Grünstrom beziehen. Der WWF hat die Qualitätsmerkmale, die bei der Beschaffung von Grünstrom relevant sind, in einem Papier zusammengefasst.<sup>19</sup>

**4. CCS ist keine Negativemissionstechnologie.** Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung für „nicht vermeidbare“ Emissionen ist eine Reduktions- oder Minderungsmaßnahme und darf nicht mit technischen oder natürlichen CO<sub>2</sub>-Senken gleichgesetzt werden. Diese Differenzierung ist für die Klimabilanz sehr relevant. Eine technische CO<sub>2</sub>-Senke ist beispielsweise das sogenannte Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS). Dabei werden Emissionen direkt aus der Atmosphäre gefiltert. Natürliche CO<sub>2</sub>-Senken sind u. a. Meere, Seegrasswiesen, Wälder oder Moore, die auf natürlichem Wege mehr CO<sub>2</sub> aufnehmen als freisetzen. CO<sub>2</sub>-Senken dürfen die Klimaschutzbemühungen nicht konterkarieren, sondern müssen die Minderungsmaßnahmen zusätzlich flankieren. Am Ende von Reduktionsmaßnahmen wird ein Restbestandteil an Emissionen übrig bleiben. Diese Emissionen werden als Negativemissionen bezeichnet. Für diese Emissionen werden technische und natürliche Senken notwendig. Für den Umgang mit Negativemissionen und den oben beschriebenen Technologien muss die Bundesregierung eine gesonderte Strategie vorlegen.

**5. CCS muss in eine umfassende Industriestrategie eingebettet werden.** Es ist für den Klimaschutz im Industriesektor dringend geboten, dass die Industriestrategie des BMWK ihre Einzelmaßnahmen in diesem Sektor strategisch verbindet. Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung ist nur eine Komponente mit begrenzter Anwendung. Es gilt daher über die bereits existierenden Regulierungen und beschlossenen Programme hinaus, Maßnahmen zu definieren, die die Ambitions- und Umsetzungslücke schließen und damit zur Erreichung der Klimaziele im Industriesektor beitragen.

**6. Investitionen in Forschung und Innovation bleiben prioritär.** Weiter notwendig sind Lösungen für Prozesse, die den Einsatz von CCS überflüssig machen. Die konsequente Anwendung des Verursacherprinzips könnte dabei den Anreiz für Investition und Forschung in klimafreundliche Verfahren stärken. Bei der Zementherstellung können schon heute alternative Bindemittel eingesetzt werden, die den Klinkerbedarf vermindern und so den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Prozessemissionen reduzieren. Denn je höher der Klinkeranteil, desto mehr CO<sub>2</sub> entsteht bei der Zementherstellung. Zurzeit enthält jede Tonne Zement im Schnitt 770 Kilogramm Klinker.<sup>20</sup> Zudem kann die Kreislaufwirtschaft auch in der Baubranche viel stärker an Bedeutung gewinnen, lassen sich doch durch Wiederverwendung von Baumaterial und Zementrecycling der Rohstoffkonsum und die CO<sub>2</sub>-Emissionen wesentlich verringern. Im Hochbau sparen zirkuläre Maßnahmen, u. a. durch die Reduktion des Klinkerfaktors, bis 2045 ca. 18 Prozent der Emissionen, das heißt: mehr als 59 Mt CO<sub>2</sub>-Äq. Im Tiefbau ist der Großteil der Emissionsreduktion auf das Zementrecycling zurückzuführen. Ein innovatives

<sup>19</sup> <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klima/WWF-oekestrom-kriterien.pdf>

<sup>20</sup> Neue Zemente mit Klinkergehalten von 50 Prozent und weniger durchlaufen derzeit europäische Genehmigungsprozesse. Bisher wird Hüttensand oder Flugasche als Ersatzbindemittel verwendet. Dabei liegt das Emissionsreduktionspotenzial bei 11 Prozent. [https://pathwaystoparis.com/wp-content/uploads/2022/11/PtP\\_OR\\_Zementproduktion-1.pdf](https://pathwaystoparis.com/wp-content/uploads/2022/11/PtP_OR_Zementproduktion-1.pdf)



Baudesign und die längere Nutzung von Gebäuden sparten ebenfalls Emissionen. Die Substitution von Zement durch Holz ist allerdings kein Allheilmittel, denn Holz steht im Ökosystem Wald nicht unbegrenzt zur Verfügung.<sup>21</sup>

**7. Der CO<sub>2</sub>-Preis muss Innovationen und Investitionen in die Transformation anreizen.** Seit Einführung des Europäischen Emissionshandels (ETS) profitiert die Industrie von der kostenlosen Zuteilung, zahlt dabei aber nicht in vollen Umfang für das CO<sub>2</sub>, das sie ausstößt, und auch das Verursacherprinzip findet keine Anwendung. Durch die Vergabe der kostenlosen Zuteilung wird der CO<sub>2</sub>-Preis geschwächt und kann seine Lenkungswirkung nicht entfalten. In der Reform des EU-Emissionshandels 2023 wurde beschlossen, die kostenlose Zuteilung erst zum Jahr 2034 auslaufen zu lassen. Jedes frühere Auslaufen hätte jedoch bereits Anreize geschaffen. Die Emissionen der Anlagen, die im ETS verzeichnet sind, sind seit Einführung des Emissionshandels nur geringfügig gesunken.

## b) ... für die CO<sub>2</sub>-Deponierung im Meeresboden

**1. CCS darf die national und international vereinbarten Meeresschutz- und Biodiversitätsziele nicht gefährden.** Das betrifft zum einen den guten Umweltzustand als zentrales Ziel von EU-Wasser- und EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, die auch den Meeresboden umfasst. Zum anderen die Umsetzung der EU-Biodiversitätsstrategie, nach der 30 Prozent der Meeresfläche bis zum Jahr 2030 unter Schutz zu stellen und mindestens 10 Prozent streng zu schützen sind. Die künftige Meeresstrategie der Bundesregierung muss den Infrastrukturbedarf, den Flächenanspruch und die mit CCS verknüpften Risiken für den Meeresnaturschutz ebenfalls integrieren.

**2. Marines CCS muss in eine ökosystembasierte Meeresraumplanung integriert werden.** Die Nordsee gleicht schon heute in Teilen einem Industriepark und wird durch die verschiedenen Nutzungen kumulativ stark belastet. Eine ökosystembasierte Meeresraumplanung muss mögliche neue Konfliktfelder auch durch CCS im Blick behalten und sicherstellen, dass die Summe aller Aktivitäten die ökologische Tragfähigkeit des Meeres nicht überschreiten. Ob das Verpressen von CO<sub>2</sub> Erdbeben auslösen kann, die den Betrieb und die Sicherheit der darüber installierten Anlagen (z. B. Windkraftanlagen) gefährden, wird zurzeit noch untersucht.<sup>22</sup> Die Erkenntnisse sollen zu entscheiden helfen, ob im Nahfeld von Windkraftanlagen CO<sub>2</sub> im Meeresboden deponiert werden kann oder ob ein Sicherheitsabstand eingehalten werden muss. Vorläufige Ergebnisse scheinen nahezu legen, dass ein Sicherheitsabstand von 10 bis 20 Kilometern angezeigt ist. Damit wächst der Flächenanspruch von CCS. Hinzu kommt, dass die für Infrastruktur- und Ausgleichsmaßnahmen benötigten Flächen identifiziert und festgelegt werden müssen. Spätestens damit wird CCS zu einem relevanten Thema für die marine Raumordnung.

**3. Die hohen Begleitkosten von CCS müssen in den Kosten-Nutzen-Rechnungen auftauchen.** Nach der Abscheidung wird das CO<sub>2</sub> verflüssigt (*energieintensiv*) und per LKW (*Emissionen*), Zug oder Pipeline (*evtl. Neubau*) an die Küste transportiert. Anschließend wird es auf ein Transportschiff (*Emissionen/ggf. Neubau*) umgeladen oder in eine Pipeline (*evtl. Neubau*) umgeleitet. Am Zielort auf

<sup>21</sup> <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/WWF-Modell-Deutschland-Circular-Economy-Broschuere.pdf>

<sup>22</sup> <https://geostor.cdrmare.de/>



See erfolgt der Anschluss an die Zuleitung zur Speicherstätte. Bislang existieren für CCS-Projekte in der deutschen Nordsee kaum realistische Kostenschätzungen, die diese Faktoren mitberücksichtigen.

**4. Vorrang für Aufbau und Erhalt natürlicher Kohlenstoff-Senken („Blue Carbon Sinks“).** Alle CCS-Projekte im marinen Bereich müssen zu einer umfangreichen Parallel-Investition in die Wiederherstellung und Bewahrung von marinen Ökosystemen verpflichtet werden. Intakte marine Ökosysteme gehören zu den großen natürlichen Senken für CO<sub>2</sub> und können, wie beispielsweise Seegraswiesen, große Mengen an atmosphärischem CO<sub>2</sub> und organischem Kohlenstoff binden. Ihnen kommt deshalb aus Klima- und Meeresschutzperspektive eine besondere Rolle zu.

**5. CCS nur mit verpflichtenden Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) und lückenlosem Monitoring.** Um die mit CCS einhergehenden Umweltrisiken abschätzen und bewerten zu können, sind UVPs unabdingbar. Die marinen Ökosysteme sind empfindlich gegen alle Formen von Störungen. Insbesondere in großen Meerestiefen müssen deren Integrität und die ihrer Lebensgemeinschaften bewahrt werden. Es braucht vollumfängliche Prüfprozesse und Überwachungsprogramme, die eine unabhängige Seite durchführt und dabei ausschließlich Verfahren einsetzt, die ohne negative Auswirkungen auf die Meeresumwelt bleiben. In simulierten CO<sub>2</sub>-blowouts zeigten sich vorwiegend kleinräumige und kurzzeitige Effekte, die auf den plötzlichen, starken pH-Abfall zurückgingen. Daneben bestehen jedoch zusätzliche Risiken durch technische Mängel, Havarien beim Transport, während des Injektionsprozesses oder durch die Auswahl einer ungeeigneten Gesteinsformation.

**6. Der CO<sub>2</sub>-Export muss streng geregelt werden.** Bis in Deutschland mit der unterseeischen CO<sub>2</sub>-Verpressung in industriellem Maßstab begonnen werden kann, werden (Stand 2023) noch Jahre vergehen. In der Zwischenzeit könnten interessierte Unternehmen im Zuge ihrer Dekarbonisierung auf den Export ihres CO<sub>2</sub> beispielsweise nach Norwegen setzen. Dort aber wird mithilfe des eingepressten CO<sub>2</sub> verbliebenes Erdgas aus den Speicherstätten ausgetrieben und letztlich gefördert. Ein CO<sub>2</sub>-Export aus Deutschland zu einer Anlage, in der dieses CO<sub>2</sub> dazu dient, fossile Energie zu fördern, muss im Rahmen der nationalen Carbon Management Strategie angesprochen und vermieden werden.

**7. CO<sub>2</sub> ist ein Abfallprodukt aus Industrieprozessen und sollte so behandelt werden.** Während einige Akteure in der Debatte die Begriffe „CO<sub>2</sub>-Speicherung“ oder „Sequestrierung“ bevorzugt, um Assoziationen zur Abfallentsorgung und den damit verbundenen Bedenken hinsichtlich der Umweltgerechtigkeit zu vermeiden, ist CCS im Kern ein Entsorgungsprozess. Die Entsorgung des CO<sub>2</sub> sollte vorrangig im Verantwortungsbereich der Produzenten bleiben, was bedeutet, dass Deutschland den eigenen Müll auch selbst behandelt.

## Ausblick

Bei der Transformation hin zur Klimaneutralität handelt es sich um eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. In diesem Papier diskutierten wir notwendige Schritte, die die Industrie dorthin zu gehen hat, sowie Maßnahmen, die die intergenerationelle Gerechtigkeit berühren. Da wir den Folgegenerationen den Umgang mit dieser Aufgabe hinterlassen, **kann die Deponierung von CO<sub>2</sub> aus heutiger Sicht keine langfristige Lösung sein** – unabhängig davon, ob sie an Land oder im Meeresboden geschieht. Erwartungen ruhen daher stark auf Forschung und Entwicklung, dass sie auf Lösungen stoßen, damit der Bedarf nach CCS so gering wie möglich bleibt.





Für den Fall, dass sich Deutschland für den CCS-Prozess entscheidet, braucht es Vertrauen und einen gesellschaftlichen Konsens. Beides setzt aus Sicht des WWF die frühzeitige Beteiligung aller Stakeholder und volle Transparenz rund um Anwendungschancen und -risiken voraus. Wir regen an, dass die Bundesregierung einen „**Klima-Tisch**“ für alle relevanten gesellschaftlichen Gruppen einrichtet, an dem Umweltverbände sowie auch Gewerkschaften ihren Platz haben. Der Klima-Tisch könnte regelmäßige Berichte zum Status quo der Industrietransformation verabschieden sowie die Stimmungslage in der Bevölkerung gegenüber CCS beobachten. Parallel sollten Bürgerdialoge den Einbezug von und den Austausch mit den Menschen in den Regionen sicherstellen, die von Hafenausbau, Pipelinebau und weiteren Infrastrukturmaßnahmen betroffen sein werden.

### Kontakt:

WWF Deutschland

Fachbereich Klima & Energie: Lisa-Marie Okken, Policy Advisor Climate and Energy, [lisa-maria.okken@wwf.de](mailto:lisa-maria.okken@wwf.de)

Fachbereich Meeresschutz: Karoline Schacht, Policy Advisor Fisheries & Marine Conservation, [karoline.schacht@wwf.de](mailto:karoline.schacht@wwf.de)

Fachbereich Naturschutz Deutschland: Dr. Finn Viehberg, Leiter WWF-Ostseebüro Stralsund, [finn.viehberg@wwf.de](mailto:finn.viehberg@wwf.de)