



Sept. / Oktober 2023  
II-310

# Seehäfen in der Energiewende: CCU und CCS

ZDS-Positionspapier

**ZDS - Zentralverband der deutschen Seehafenbetriebe e.V.**

**HAMBURG** Am Sandtorkai 2 | D-20457 Hamburg | Tel. +49 40 88 36 57 87 0 | Fax +49 40 88 36 57 88 8

**BERLIN** Leipziger Platz 8 | D-10117 Berlin | Tel. +49 30 22 01 25 69

info@zds-seehaefen.de | www.zds-seehafen.de | VR-Nr.: 6833 | Steuer-Nr.: 17/437/01093

## Inhaltsverzeichnis

Einführung .....	3
Was sind CCU und CCS? .....	3
Rolle der Seehafenbetriebe.....	4
Seehäfen als Teil der CO <sub>2</sub> -Transportinfrastruktur (CO <sub>2</sub> -Hubs).....	4
CO <sub>2</sub> -Umschlag, Lagerung und Verteilung als innovative Geschäftsmodelle.....	5
Erforderliche Maßnahmen .....	6
Zusammenfassung.....	7
Literaturverzeichnis.....	8

## Einführung

Das im Jahr 2021 überarbeitete Klimaschutzgesetz sieht vor, das deutsche Treibhausgasminderungsziel für das Jahr 2030 auf minus 65 Prozent gegenüber 1990 anzuheben. Bis 2040 müssen die Treibhausgase um 88 Prozent gemindert und bis 2045 muss Treibhausgasneutralität verbindlich erreicht werden. Mit dem beschlossenen Klimaschutzpaket der EU-Kommission und den CO<sub>2</sub>-Quoten des Emissionshandelssystems erhöht sich zusätzlich der Druck auf Industrieunternehmen, CO<sub>2</sub>-Emissionen zumindest zu verringern.

In einzelnen Wirtschaftsbranchen (z. B. in der Zement-, Eisen- und Stahl, Kalk- und Glasindustrie sowie bei der Ammoniak- und Methanolproduktion) entstehen jedoch Emissionen, die nach heutigem Kenntnisstand auch in Zukunft schwer vermeidbar sein werden. Allein in der Zementindustrie entstehen weltweit pro Jahr 2,8 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>, rund 8 Prozent der weltweiten Emissionen.<sup>1</sup> In Deutschland sind es etwa 20 Millionen Tonnen, etwa 2 Prozent der nationalen Emissionen.<sup>2</sup> Daher wird dort sogenanntes *Carbon Capture*, die Abscheidung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), als mögliche Lösung vorangetrieben, um schwer vermeidbare prozessbedingte Treibhausgasemissionen deutlich zu reduzieren.

Derzeit werden jährlich 150 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> von weltweit 35 Milliarden Tonnen aus der Atmosphäre in Lagerstätten verpresst.<sup>3</sup> Im Jahr 2050 muss es ein Vielfaches sein, wenn – wie zu erwarten ist – fossile Brennstoffe weiter genutzt werden<sup>4</sup> und zugleich die CO<sub>2</sub>-Belastung der Atmosphäre nicht weiter ansteigen soll.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) arbeitet aktuell an einer Carbon-Management-Strategie. Parallel hat die Bundesregierung den Evaluierungsbericht zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG) vorgelegt, der als Grundlage für die anstehende Novellierung des Gesetzes dienen soll. Dem Bericht zufolge dürften mit dem Ausbau von Transportnetzwerken zukünftig vermehrt multimodale Umschlagplätze benötigt werden.<sup>5</sup> Die nationale Carbon-Management-Strategie sollte daher die Grundlage für eine übergreifende Vision zur CO<sub>2</sub>-Kreislaufwirtschaft in allen Wirtschaftssektoren und Politikfeldern legen.

Das vorliegende Arbeitspapier beleuchtet die Rolle der Seehafenbetriebe und die aus Sicht des ZDS zu ergreifenden Maßnahmen.

## Was sind CCU und CCS?

Einen erheblichen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung von Prozessindustriunternehmen können die Verfahren *Carbon Capture and Utilization* (CCU) und *Carbon Capture and Storage* (CCS) leisten:

- **CCU:** Verfahren, bei denen das CO<sub>2</sub> am Ort der Entstehung in chemischen Verfahren abgeschieden und in Gasform zu Anlagen transportiert wird, in denen es als Einsatz- oder Rohstoff genutzt wird. Weiter zu unterscheiden sind CCU-Produkte, in denen das abgeschiedene CO<sub>2</sub> dauerhaft gebunden ist (z. B. Mineralisierung), und solche, bei deren Einsatz gebundenes CO<sub>2</sub> wieder freigesetzt wird (z. B. synthetische Kraftstoffe).

---

<sup>1</sup> [Beyond Zero Emission](#): Zero Carbon Industry Plan – Rethinking Cement;

<sup>2</sup> Verein Deutscher Zementwerke e.V., [CO<sub>2</sub>Roadmap](#), Dekarbonisierung von Zement und Beton;

<sup>3</sup> Global Energy Solutions e. V., [Factsheet](#) Carbon Capture and Storage / Usage (CCS/CCU);

<sup>4</sup> [Weltenergiebeirat Deutschland](#), Globale Szenarien und Prognosen zur Energieversorgung im Vergleich.

<sup>5</sup> [Evaluierungsbericht](#) der Bundesregierung zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG), Seite 37;

- **CCS:** Verfahren, bei denen das CO<sub>2</sub> am Ort der Entstehung abgeschieden, zu einem geologischen Speicher (z. B. Gesteinsschichten) transportiert und dort dauerhaft gespeichert wird.

Beiden Technologien gemeinsam ist das Einfangen der Emissionen, deren Reinigung sowie die Vorbereitung für den Transport. Dafür genügt es allerdings nicht, das CO<sub>2</sub> nur abzuscheiden. Damit das Gasgemisch transportiert werden kann, muss es durch Verflüssigung und/oder Kühlung stark komprimiert werden.

## Rolle der Seehafenbetriebe

Als Schnittstellen der Verkehrsträger, aber von jeher auch als Standorte für Energie- und Chemie-Cluster, mit Lager- und Produktionsstätten, sind viele Seehäfen geeignete Standorte, um die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und innovative Lösungen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion zu fördern.

### Seehäfen als Teil der CO<sub>2</sub>-Transportinfrastruktur (CO<sub>2</sub>-Hubs)

In den CCU- und CCS-Prozessen entstehen Bedarfe für den Transport von CO<sub>2</sub> sowie von CCU-Produkten, zwischen den Gesteigungs- und den Lager- und Nutzungsorten. Ladungsträger für den Transport von Gas, Flüssiggut und Schüttgut können zum Einsatz kommen, abhängig von Wertigkeit und Ladungsdichte als containerisiertes Stückgut oder als Massengut. Entsprechend sind alle Verkehrsträger einzubeziehen, und damit, als Schnittstelle aller Verkehrsträger, auch die Häfen.

Eine künftige CO<sub>2</sub>-Transportinfrastruktur wird zunächst auf dem Schienen- und Schiffstransport, ergänzend auf Tankwagentransporten, basieren. Dabei unterstützen multimodale Transportmöglichkeiten ihre kurzfristige Skalierbarkeit sowie die flexible Anbindung. Angesichts der zukünftig erwartenden Mengen wird mittelfristig eine ergänzende Pipeline-Infrastruktur benötigt.

Für den Transport zu den möglicherweise innerhalb Europas realisierten Offshore-Lagerstätten in der Nordsee wird neben Pipelines auch der Schiffstransport kurz- bis mittelfristig eingesetzt werden. Transportinfrastruktur schließt neben Transportmöglichkeiten auch CO<sub>2</sub>-Hubs ein, welche ein Bestandteil zukünftiger Planungsprozesse sein müssen. CO<sub>2</sub>-Hubs werden als Standorte verstanden, an denen CO<sub>2</sub>-Ströme aus verschiedenen Quellen zusammenlaufen und weiter transportiert oder verarbeitet werden.<sup>6</sup>

Seehafenstandorte bieten dabei Infrastrukturen oder Zwischenlagerstätten für die erforderlichen multimodale Transportketten, denn die deutschen Seehäfen sind Drehscheiben im Rahmen der Energiewende und Logistikschnittstellen für viele global gehandelte Güterarten. Sie verfügen beispielsweise über Anbindungen an die Schiene für den Transport mit Eisenbahn-Kesselwagen, an Autobahnen und das Wasserstraßennetz in das Seehafenhinterland.

---

<sup>6</sup> International Energy Agency, [Überblick](#) CO<sub>2</sub>-Transport und Speicherung

## CO<sub>2</sub>-Umschlag, Lagerung und Verteilung als innovative Geschäftsmodelle

Für Seehafenbetriebe können Umschlag, Lagerung und Verteilung nicht nur von Wasserstoff und dessen Derivaten, sondern zukünftig auch von verflüssigtem CO<sub>2</sub> im Rahmen der CCU/CCS-Technologie innovative Geschäftsmodelle darstellen.

In Europa liegen die größten Speicherkapazitäten vor allem unterhalb der Nordsee und der Norwegischen See, die über natürliche geologische Strukturen verfügen und genügend Platz für die Einlagerung von insgesamt bis zu 190 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> bieten.<sup>7</sup> Die Speicherung erfolgt aber auch in ehemaligen Erdgas- und Erdöl-Lagerstätten. In einigen Nachbarstaaten, wie den Niederlanden, Großbritannien oder Norwegen wird die CCS-Technologie bereits angewendet bzw. deren großmaßstäblicher Einsatz sowie die CO<sub>2</sub>-Speicherung vorbereitet. Die Speicherkapazität wird derzeit auf insgesamt 61 bis 73 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> geschätzt.<sup>8</sup> Gegenwärtig wird in Norwegen ein Lager für Kohlendioxid unter dem Meeresboden errichtet. Die erste kommerzielle Nutzung vor der norwegischen Küste wird voraussichtlich im Jahr 2024 möglich sein.<sup>9</sup> Diese Lagerstätte ist auch relevant für die kommerzielle Lagerung von in Deutschland verursachtem CO<sub>2</sub>. Das flüssige CO<sub>2</sub> aus den unterschiedlichen Industriestandorten könnte zukünftig an Hafenstandorten mit CO<sub>2</sub>-Infrastrukturen gesammelt und umgeschlagen werden, um einen sicheren Seetransport zu Lagerstätten zu ermöglichen. Entsprechende Umschlagplätze sollten daher zeitgleich mit der Fertigstellung von geologischen Lagerstätten in Betrieb gehen.

Hafenflächen bieten die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Aufbau von CO<sub>2</sub>-Infrastrukturen für künftige Nutzungs- und Speicherungsanwendungen bei der Kohlenstoffabscheidung. Gemeinsam mit der betroffenen Prozessindustrie eröffnen sich für Seehafenunternehmen Möglichkeiten zur Errichtung von CO<sub>2</sub>-Verflüssigungsanlagen, Zwischenlagern sowie CO<sub>2</sub>-Umschlaganlagen für den grenzüberschreitendem Transport per Seeschiff, Zug als auch im weiteren Zeitverlauf per Pipeline – auch als Bausteine beim Übergang zu kohlenstoffneutralen Seehäfen.

Nach Artikel 21 der Richtlinie 2009/31/EG über die geologische Speicherung von Kohlendioxid haben die Mitgliedstaaten für CCS-Transporte notwendigen Maßnahmen zu treffen, um sicherzustellen, dass potenzielle Nutzer für die Zwecke der geologischen Speicherung des erzeugten und abgedehnten CO<sub>2</sub> Zugang zu Transportnetzen und Speicherstätten erhalten. „Transportnetz“ ist dabei nach Artikel 3 Nr. 22 „das Pipelinenetz, einschließlich der dazugehörigen Verdichterstationen, für den Transport von CO<sub>2</sub> zur Speicherstätte“. Da die Schaffung eines Pipelinenetzes für den Transport zwischen CO<sub>2</sub>-Punktquellen und -Senken jedoch zeitaufwändig und kostenintensiv ist, halten wir es für sinnvoll, dass das CO<sub>2</sub>-Transportnetz stärker für den Schiffstransport geöffnet wird.

Der Aufbau von Kohlendioxid-Umschlagplätzen für anschließende Weiterverwertungen oder den Weitertransport für die geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> stellt Seehafenbetriebe aufgrund der bisher kaum vorhandenen Fördermöglichkeiten nicht nur in finanzieller Hinsicht vor Herausforderungen. Für eine positive Investitionsentscheidung bedarf es einer grundlegenden Überarbeitung der rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland. Dabei geht es vor allem um den Rechtsrahmen für relevante Transportarten von verflüssigtem Kohlendioxid. Hier sollte der mögliche Spielraum genutzt werden, den Export von Kohlendioxid

---

<sup>7</sup> [Evaluierungsbericht](#) der Bundesregierung zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG), Seite 39.

<sup>8</sup> Global CCS Institute, Global Status of [CCS Report 2020](#)

<sup>9</sup> Institut für Weltwirtschaft, [Kiel Focus](#) zur CO<sub>2</sub>-Speicherung

zwecks CCS durch bi- oder multinationale Abkommen zwischen Deutschland und den Ländern Norwegen, Dänemark, Großbritannien, Niederlande, Finnland oder Estland, die CCS etablieren wollen, zu ermöglichen.

## Erforderliche Maßnahmen

Aus Sicht des ZDS geht es für die deutsche Seehafenwirtschaft darum, angesichts des ohnehin anfallenden Produkts CO<sub>2</sub> einen Beitrag für Lösungen zu leisten und mit zukünftig möglichen Dienstleistungen in innovative Prozesse eingebunden zu sein. Erwartet wird, dass die Carbon Management Strategie des Bundes die Rolle der Seehäfen als CO<sub>2</sub>-Hubs angemessen berücksichtigt.

Eine CO<sub>2</sub>-Kreislaufwirtschaft, also die Verzahnung von Abscheidung, Transport, Nutzung und möglicherweise etablierter Offshore-Speicherung von CO<sub>2</sub>, ist zentrale Voraussetzung für die Transformation des Industrie- und Wirtschaftsstandorts Deutschland zur Klimaneutralität. Geeignete Technologien müssen rechtzeitig fortentwickelt und zur Marktreife gebracht werden. Damit die notwendige CO<sub>2</sub>-Transportinfrastruktur in deutschen Seehäfen in ihrer Rolle als CO<sub>2</sub>-Hubs geplant, genehmigt, finanziert und errichtet werden kann, sind die folgenden Maßnahmen erforderlich:

- Für die Implementierung einer nationalen Carbon Management Strategie bedarf es eines klaren und nachhaltigen **bundespolitischen Bekenntnisses** zu CCU- und CCS-Technologien.
- Eine nationale Carbon-Management-Strategie muss neben einer übergreifenden Vision zur CO<sub>2</sub>-Kreislaufwirtschaft **klare Anreizstrukturen** in verschiedenen Sektoren und Politikbereichen schaffen (z. B. Anrechnung von CO<sub>2</sub>-Minderungen und negativen Emissionen in CCS/CCU-Wertschöpfungsketten).
- Die Erarbeitung eines **CO<sub>2</sub>-Infrastrukturplans** durch die Bundesregierung muss deutsche Seehafenstandorte als CO<sub>2</sub>-Hubs und zentrale Sammel- und Übergangspunkte zwischen Pipelines und anderen CO<sub>2</sub>-Transportformen vorgesehen.
- Um die höheren Betriebs- und Investitionskosten für die Pilotierung von grenzüberschreitenden CO<sub>2</sub>-Transport-, Umschlag-, Lager- und Speicherinfrastrukturen – u. a. in den deutschen Seehäfen – auszugleichen, sind Abschreibungsmöglichkeiten, Klimaschutzverträge (Carbon Contracts for Difference – CCfD) bzw. kompatible **Förderkulissen der öffentlichen Hand** erforderlich.
- Das bestehende **Kohlendioxid-Speicherungsgesetz** (KSpG) sollte fortentwickelt und angepasst werden. Das Regelungswerk ist bisher nicht auf eine Weiternutzung von CO<sub>2</sub> und ressourcen-schonende Wirtschaft ausgerichtet. Die unzureichenden Regelungen für CO<sub>2</sub>-Abscheidung, -Transport und -Umschlag sowie für CO<sub>2</sub>-Speicherung in geeigneten Lagerstätten müssen angepasst und u. a. um den Aspekt der CO<sub>2</sub>-Nutzung ergänzt werden. Zu vermeiden ist, dass CCS-Umschlaggut rechtlich als Abfall qualifiziert wird, denn daraus könnten abfallrechtliche Anforderungen an die Umschlagbetriebe erwachsen, die Umschlag und Lagerung von CO<sub>2</sub> behindern könnten.

- Um die bestehenden Hindernisse für den internationalen CO<sub>2</sub>-Transport zu beseitigen, müssen kurzfristig **bilaterale Abkommen** zwischen Deutschland und in Frage kommenden Export- und Ankunftsändern geschlossen werden, um den CO<sub>2</sub>-Transport über die Landesgrenze zu ermöglichen sowie den Vertragsstaaten die vorläufige Anwendung des Artikels 6 gegenüber der International Maritime Organisation (IMO) erklären.
- Mittelfristig sollte die Bundesregierung einen Gesetzentwurf vorlegen, um die Ergänzung des **Artikels 6 des London-Protokolls** zu ratifizieren und die Nutzung grenzüberschreitender geologische Formationen unter dem Meeresboden für Speicherungsprojekte zu ermöglichen, sofern die Schutzstandards des London-Protokolls vollständig erfüllt werden.

## Zusammenfassung

Die deutschen Seehäfen sind Drehscheiben im Rahmen der Energiewende sowie nationale Logistikschnittstellen für viele global gehandelte Güterarten. Für Hafenbetriebe können Umschlag, Lagerung und Verteilung nicht nur von Wasserstoff und dessen Derivaten, sondern zukünftig auch von verflüssigtem CO<sub>2</sub> im Rahmen der CCU/CCS-Technologie innovative Handlungsfelder darstellen.

Hafenflächen bieten die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Aufbau von CO<sub>2</sub>-Infrastrukturen für künftige CCU-/CCS-Anwendungen als wichtige Bausteine - auch beim Übergang zu kohlenstoffneutralen Seehäfen. Gemeinsam mit der betroffenen Prozessindustrie eröffnen sich für Seehafenunternehmen Möglichkeiten zur Errichtung von Verflüssigungsanlagen, Zwischenlagern sowie CO<sub>2</sub>-Umschlaganlagen für den grenzüberschreitenden Transport.

Die deutsche Hafenwirtschaft ermöglicht als Schnittstelle der unterschiedlichen Verkehrsträger Eisenbahn, Binnen-, Seeschiff und Straße einen umweltschonenden und effizienten Gütertransport. Um diese Position zu erhalten und weiter auszubauen, investiert die Hafenwirtschaft stetig in Infrastruktur und Suprastruktur. Diese Investitionen garantieren eine effiziente und direkte Verladung von Frachteinheiten zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern und ermöglichen auf diese Weise nachhaltige Transportketten. Deshalb sind insbesondere Maßnahmen der öffentlichen Hand erforderlich, die Seehafenstandorte als intermodale Hubs in der CO<sub>2</sub>-Infrastrukturplanung sowie Förderkulissen für die Pilotierung von CO<sub>2</sub>-Infrastrukturen in Seehäfen berücksichtigen.

## Literaturverzeichnis

Beyond Zero. Emissions' Zero Carbon Industry Plan.

Evaluierungsbericht zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG) vom 21.12.2022

Global Energy Solutions e.V., Factsheet Carbon Capture and Storage / Usage (CCS / CCU)

Global CCS Institute, Global Status of CCS Report: 2020

International Energy Agency, Verfolgung von CO<sub>2</sub>-Transport und -Lagerung

Kiel Institut für Weltwirtschaft, Kiel Focus CO<sub>2</sub>-Speicherung

Verein Deutscher Zementwerke (VDZ), Dekarbonisierung von Zement und Beton –  
Minderungspfade und Handlungsstrategien

Weltenergiebeirat Deutschland, Globale Szenarien und Prognosen zur Energieversorgung im  
Vergleich

Ihr Ansprechpartner beim ZDS: Lutz Könner (+49 40 88 36 57 87 0)