



Wasserstoff und Carbon Management: Integrierte Strategien zur Erreichung der Klimaneutralität

Die Transformation Deutschlands hin zu einer klimaneutralen Volkswirtschaft bis zum Jahr 2045 erfordert eine konsequente und systematische Emissionsminderung in allen Sektoren. Hierfür sind der ambitionierte Ausbau der erneuerbaren Energien, Steigerungen in der Energieeffizienz und der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft wesentliche Säulen. Gleichzeitig werden in bestimmten, insbesondere industriellen Sektoren schwer- bzw. unvermeidbare Restemissionen verbleiben¹ und es müssen perspektivisch netto-negative Emissionen ermöglicht werden.² Diese gilt es durch ein integriertes Zusammenspiel aus natürlichen Senken und Carbon-Management-Ansätzen zu adressieren.

Carbon Management (CM) ist damit kein Ersatz für Emissionsvermeidung, sondern eine notwendige Ergänzung auf dem Weg zur Klimaneutralität, welches was sowohl Lösungen für unvermeidbare Restemissionen als auch die Produktion von kohlenstoffarmem Wasserstoff im transformativen Übergang ermöglicht. Darüber hinaus wird für einige industrielle Prozesse Kohlenstoff auch als Grundstoff zwingend benötigt. Damit trägt Carbon Management zur Stärkung des Wirtschaftsstandorts Deutschland bei. Neben Carbon Management leisten natürliche Senken wie Wälder, Böden und Moore ebenfalls einen wichtigen Beitrag und sollen deshalb konsequent geschützt, wiederhergestellt sowie erweitert werden.

Zwischen Carbon Management und dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft bestehen enge Wechselwirkungen, die das Thema für den Nationalen Wasserstoffrat (NWR) hoch relevant machen. Mit dieser Stellungnahme möchte der NWR einen Beitrag zum besseren Verständnis von Gemeinsamkeiten und potenziellen Spannungsfeldern des Hochlaufs von Wasserstoff und Carbon Management leisten und daraus resultierende Handlungsempfehlungen aufzeigen.

¹ Allein die Zement- und Kalkindustrie müssen im Jahr 2045 über 20 Mio. t CO₂ pro Jahr abscheiden, um klimaneutral zu werden ([VDZ \(2024\) – Anforderungen an eine CO₂-Infrastruktur in Deutschland](#)). Für die (fossilen und biogenen) CO₂-Emissionen aus thermischen Abfallbehandlungsanlagen zeigen aktuelle Analysen Niveaus von bis zu 30 Mio. t CO₂ jährlich (Projektionsbericht 2025). Selbst wenn die biogenen und fossilen Abfallmengen durch Vermeidung und Wiederverwertung deutlich gesenkt würden (nach den aktuellen Plänen der EU deutlich über 50 %), verbleiben allein für die Zement- und Kalkindustrie sowie die Abfallbehandlung Emissionsminderungsbeiträge von mindestens 35 Mio. t CO₂, die durch CCS/U erbracht werden müssten.

² Diese Negativemissionen dienen der Kompensation nicht vermeidbarer Restemissionen zur Erreichung der Netto-Null-Emissionssituation und zur für den Zeitraum nach 2050 angestrebten netto-negativen Emissionsbilanz für die EU (Art. 2 Abs. 2 EU-Klimaschutzgesetz). Das im Kontext von Klimaneutralität notwendige Niveau negativer Emissionen durch technische Senken wird für Deutschland derzeit mit einer Bandbreite von 20 bis 60 Mio. t CO₂ abgeschätzt (UBA Climate Change 47/2025).

1. CARBON MANAGEMENT UND SEINE ROLLE FÜR DIE KLIMANEUTRALITÄT

Carbon Management umfasst die Abscheidung, Nutzung und Speicherung von Kohlendioxid (Carbon Capture and Storage – CCS, Carbon Capture and Utilization – CCU) sowie andere Verfahren zur aktiven Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre (Carbon Dioxide Removal – CDR), darunter auch natürliche Senken. Hierzu zählen auch Verfahren, in denen das CO₂ aus der stofflichen Aufarbeitung oder der energetischen Nutzung von Biomasse abgeschieden und sicher gespeichert wird (Biomass Carbon Capture and Storage – BioCCS oder Bioenergy Capture and Storage – BECCS).

Der zeitliche Handlungsdruck für den Aufbau von Carbon-Management-Kapazitäten ist erheblich. Mit der schrittweise auslaufenden Verfügbarkeit von Emissionszertifikaten im EU-Emissionshandel für Energiewirtschaft und Industrie bis Ende der 2030er-Jahre werden die wirtschaftlichen Herausforderungen für betroffene Industriebranchen deutlich zunehmen und eine frühzeitige Entscheidung über die Anpassung der Produktionsprozesse und der damit verbundenen Geschäftsmodelle erfordern. Gleichzeitig benötigen Planung, Genehmigung und Aufbau von Transport- und Speicherinfrastrukturen lange Vorlaufzeiten. Carbon Management und der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft greifen auf vielfältige Weise ineinander. Beide Transformationspfade sind neu, kapitalintensiv, erfordern erhebliche Infrastrukturinvestitionen, sind auf Skaleneffekte sowie öffentliche Unterstützung angewiesen und erfordern einen Markthochlauf in einem wettbewerblichen Umfeld. Mit den Änderungen des Kohlendioxid-Speicherung-und-Transport-Gesetzes (KSptG) im vergangenen Jahr und des Hohe-See-Einbringungsgesetzes (HSEG) sowie der Ratifizierung des London-Protokolls in diesem Jahr hat der Bundesgesetzgeber bereits erste wichtige Weichen für die Zulässigkeit von Carbon Management gestellt. Im Rahmen der angekündigten Carbon-Management-Strategie muss der Hochlauf nun zügig und gemeinsam mit Wasserstoff erfolgen, um Planbarkeit für Unternehmen sowie auch Chancen für kommerzielle Anwendung zu schaffen und rechtzeitig wirksam werden zu können.

2. HISTORISCHE ERFAHRUNGEN MIT CARBON MANAGEMENT ERFORDERN NEUEN WEG IN DEUTSCHLAND UND EUROPA

Die Diskussion um Carbon Management ist in Deutschland stark von gesellschaftlichen Akzeptanzfragen zu CCS geprägt. Frühere Debatten zu CCS, insbesondere im Zusammenhang mit der Kohleverstromung, waren von der Sorge begleitet, dass Emissionsminderungen verzögert, fossile Geschäftsmodelle verlängert und regionale Risiken unzureichend berücksichtigt würden. In der Folge wurde die CO₂-Speicherung in Deutschland weitgehend ausgeschlossen.

Diese Erfahrungen prägen die aktuelle Debatte bis heute. Vor dem Hintergrund des neuen Ziels von Klimaneutralität hat sich der Kontext jedoch verändert. Carbon Management wird zunehmend nicht mehr als Alternative zur Emissionsreduktion, sondern als notwendige Ergänzung zur Bewältigung schwer- und unvermeidbarer Restemissionen, und zwar bei der Produktion von kohlenstoffarmem Wasserstoff, wie auch zur langfristigen Nutzung von Kohlenstoff als Grundstoff für Produktionsprozesse, chemische Grundstoffe oder für E-Fuels für den Flug- und Schiffsverkehr verstanden. Für die weitere Entwicklung ist entscheidend, dieses Verständnis klar zu kommunizieren und in der Regulatorik zu verankern. Die klare Priorisierung von Einsatzgebieten spielt hier eine wichtige Rolle.

Im europäischen Vergleich zeigt sich ein heterogenes Bild. Mehrere Mitgliedsstaaten verfolgen bereits seit Jahren eine aktivere Carbon-Management-Politik und haben entsprechende Infrastrukturen, Speicheroptionen und regulatorische Rahmenbedingungen aufgebaut oder in Umsetzung. Beispiele aus Nordeuropa verdeutlichen, dass der Hochlauf von Carbon Management möglich ist, zugleich aber mit hohen Investitionskosten, langen Vorlaufzeiten und komplexen Governance-Fragen verbunden bleibt. Diese Erfahrungen unterstreichen, dass der Aufbau von Carbon-Management-Strukturen kein kurzfristiges Projekt ist, sondern einen langfristigen, lernenden und Wertschöpfungsstufen-übergreifenden Prozess erfordert.

Technologische Erfahrungen aus bestehenden Projekten machen deutlich, dass die geologische Speicherung von CO₂ erprobt und damit technisch unter bestimmten Rahmenbedingungen umsetzbar, aber auch mit Unsicherheiten verbunden ist. Auf diesen Erfahrungen aufbauend sind deshalb ein kontinuierliches Monitoring und ggf. Anpassungen eingesetzter Prozesse aufgrund der einzigartigen Geologie eines jeden Projektes erforderlich.³ Dies betrifft auch die Überwachung eines Speichers nach Schließung und Festlegung der rechtlichen und finanziellen Verpflichtungen für evtl. erforderliche spätere Interventionen. Der erwartete Hochlauf wird daher nicht linear verlaufen. Vielmehr ist – analog zu anderen Transformationspfaden wie dem Hochlauf von Wasserstoff – mit einer Phase der Ernüchterung zu rechnen, in der Kosten, technische Komplexität, eine realistischere Einschätzung von tatsächlichen Einspeicherpotenzialen und gesellschaftliche Anforderungen deutlicher sichtbar werden. Diese Phase ist Teil eines realistischen Lernprozesses und sollte frühzeitig in Planung, Regulierung und Kommunikation berücksichtigt werden. Carbon Management muss schlussendlich an seiner tatsächlichen Klimawirkung gemessen und ein evidenzbasiertes Monitoring unabhängig durchgeführt werden.

Für Deutschland ergibt sich daraus die Notwendigkeit, den eigenen Weg im europäischen Kontext neu zu definieren. Aufgrund der Begrenzungen bei den für Deutschland zugänglichen Speicheroptionen (vor allem mit Blick auf die notwendigen Einspeicherinfrastrukturen) und der weiterhin großen Herausforderungen im Bereich der gesellschaftlichen Akzeptanz erscheint eine Priorisierung der CCS-Anwendungen auf schwer- und unvermeidbare Emissionen zur Erzielung von netto-negativen Emissionen bzw. für notwendige Beiträge zur erfolgreichen Transformation zur Klimaneutralität Deutschlands als sinnvoll und zielführend. Ob dies rechtsverbindlich festgelegt werden muss oder eine entsprechende Konzentration der finanziellen Förderung bzw. der Infrastrukturentwicklung eher zielführend wäre, ist sowohl in der Politik als auch im Nationalen Wasserstoffrat umstritten. Ungeachtet dessen wird Carbon Management in Deutschland in hohem Maße auf europäische Kooperation, grenzüberschreitende Infrastrukturen und gemeinsame Standards angewiesen sein. Notwendig sind eine klare und umfassende politische Strategie für Carbon Management und transparente Entscheidungsprozesse, aber auch eine konsistente Verknüpfung mit der Wasserstoffstrategie sowie den europäischen Klimazielen.

³ CO₂-Speicherprojekte sind wie fast alle geologischen Projekte wegen der Komplexität geologischer Systeme mit erheblichen Unsicherheiten bei den Prognosen für Kapazitäten und Untergrundprozesse verbunden. Die praktischen, wenn auch wegen der eher geringen Zahl der Projekte bisher begrenzten Erfahrungen bei den bestehenden Projekten in Norwegen, Nordafrika, Nordamerika und Australien zeigen, dass in einigen Projekten die prognostizierten Kapazitäten nicht erreicht werden konnten (z. B. Snøvit/Norwegen, In Salah/Algerien, Gorgon/Australien) oder die unterirdische Ausbreitung anders verlief als erwartet (z. B. Sleipner/Norwegen), in anderen Projekten hingegen (z. B. Sleipner/Norwegen, Quest/Kanada, ACTL/Kanada, IBPD/USA, Greensand/Dänemark) die geplanten Kapazitäten voll erreicht oder auch übertroffen wurden.

3. WASSERSTOFF UND CARBON MANAGEMENT: GEMEINSAMKEITEN UND SYNERGIEN

3.1 ANWENDUNGSFELDER UND INFRASTRUKTUR

Der Hochlauf von Carbon Management und der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft weisen zahlreiche Gemeinsamkeiten auf. Beide Transformationspfade adressieren zentrale Bausteine der industriellen Dekarbonisierung, sind kapitalintensiv und auf langfristige Planungssicherheit angewiesen. Sie richten sich insbesondere an industrielle Großverbraucher und Infrastrukturanwendungen, bei denen alternative Dekarbonisierungsoptionen nicht oder nur eingeschränkt verfügbar sind.

Zwischen beiden Systemen bestehen unmittelbare Synergien. Carbon Management kann – insbesondere im Zusammenhang mit der Herstellung von kohlenstoffarmen Wasserstoff – einen frühen Beitrag zum Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft leisten. Kohlenstoffarmer Wasserstoff kann bereits kurzfristig Verfügbarkeit schaffen, Nachfrage stimulieren und so helfen, Wertschöpfungsketten, Infra- und Marktstrukturen aufzubauen und auszulasten. Gleichzeitig ist klar, dass kohlenstoffarmer Wasserstoff perspektivisch durch erneuerbaren Wasserstoff abzulösen ist. Dabei ist aber mitzudenken, dass dies wiederum eine Herausforderung für die Finanzierung der Infrastruktur zur Herstellung von kohlenstoffarmem Wasserstoff darstellen kann, da dies den Amortisationszeitraum der Investitionen begrenzt.

Umgekehrt kann der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft auch unter Nutzung von kohlenstoffarmem Wasserstoff und kohlenstoffbasierten Derivaten den Aufbau von Carbon-Management-Strukturen unterstützen. Große Wasserstoffabnehmer können neben industriellen CCUS-Anwendern als Ankerkunden wirken, die Nachfrage bündeln, Skaleneffekte ermöglichen und so zur Kostensenkung entlang der gesamten Wertschöpfungskette beitragen.

Sowohl Wasserstoff als auch CCUS sind in hohem Maße auf leistungsfähige Infrastrukturen angewiesen. Der Aufbau von Pipeline-Transportnetzen, leistungsfähigen Transportoptionen mit Eisenbahn und Schiffen sowie entsprechenden Hub-Infrastrukturen, von Speicher- und Abscheidungskapazitäten erfordert hohe Anfangsinvestitionen und lange Vorlaufzeiten. Eine isolierte Betrachtung einzelner Technologien greift daher zu kurz. Bestehende Kompetenzen im Pipeline-Bau, bei Großinfrastrukturen sowie in Betrieb und Regulierung können genutzt und weiterentwickelt werden. Zudem nimmt Deutschland aufgrund seiner geografischen Lage sowohl für Wasserstoff als auch für CO₂ eine wichtige Rolle als Transitland innerhalb Europas ein.

Aufgrund noch zu erschließender nationaler Speicher wird Carbon Management in Deutschland in besonderem Maße auf grenzüberschreitende Lösungen angewiesen sein. Auch unter Berücksichtigung begrenzter Einspeicherkapazitäten, z. B. in der Nordsee, wird der koordinierte Ausbau europäischer Transport- und Speicherinfrastrukturen notwendig. Eine enge europäische Abstimmung ist daher Voraussetzung für einen effizienten Hochlauf beider Systeme. Erste grenzüberschreitende Projekte werden bereits entwickelt. Dazu gehören u. a. Verbindungen von Deutschland nach Belgien, den Niederlanden und Norwegen zu Speicherstätten in der Nordsee sowie nach Dänemark. Gleichzeitig weist der Nationale Wasserstoffrat darauf hin, dass ein CO₂-Pipeline-Netz in den gleichen Trassen wie Teile des Wasserstoffnetzes verlaufen sollte, um damit entstehende Synergiepotenziale z. B. in den (zeitaufwendigen) Raumordnungsverfahren und ggf. Kostensenkungsmöglichkeiten bestmöglich zu heben.

3.2 MARKT, FINANZIERUNG UND REGULATORISCHE RAHMENSETZUNG

Der Markthochlauf von Wasserstoff und Carbon Management ist durch vergleichbare wirtschaftliche Herausforderungen gekennzeichnet. Beide Märkte sind durch hohe Anfangskosten, fehlende Liquidität und erhebliche Unsicherheiten in Bezug auf Preis- und Absatzentwicklungen geprägt und müssen gleichzeitig von Beginn an in einem wettbewerblichen Umfeld gestaltet werden. Selbsttragende Geschäftsmodelle existieren noch nicht. Hinzu kommt, dass der derzeitige Preis im EU-Emissionshandel oder andere Instrumente wie z. B. das Treibhausgas-Quotenmodell nicht ausreichen, um die Mehrkosten für CCS-, CCU- oder Wasserstoffprojekte zu decken.

Zur Überbrückung dieser Wirtschaftlichkeitslücken und Risikoabsicherung sind ergänzende, staatliche Instrumente erforderlich. Differenzkosteninstrumente wie CCfD für Emittenten oder marktbasierter Absicherungsmechanismen haben sich als geeignete Ansätze erwiesen, um Investitionen abzusichern und den Markthochlauf bei kapitalmarktfähigen Rahmenbedingungen zu ermöglichen.

Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung ist für beide Bereiche entscheidend, dass regulatorische Rahmenbedingungen langfristige Planungssicherheit schaffen. Ein frühzeitiger, koordinierter Ansatz reduziert Investitionsrisiken und trägt dazu bei, Infrastruktur- und Marktaufbau zeitlich aufeinander abzustimmen.

3.3 FORSCHUNG, TECHNOLOGIEENTWICKLUNG UND DEMONSTRATION ALS QUERSCHNITTAUFGABE

Der Hochlauf von Wasserstoffwirtschaft und Carbon Management ist nicht allein eine Infrastruktur- und Investitionsaufgabe, sondern in hohem Maße auch von kontinuierlicher Forschung, Technologieentwicklung und Demonstration abhängig. Einige Carbon-Management-Technologien wie CCS sind weitgehend ausgereift, andere bedürfen noch mehr Forschung und Entwicklung. Technologische Reife, Kostenentwicklung, Standardisierungen in der Betriebssicherheit und gesellschaftliche Akzeptanz können durch begleitende Weiterentwicklung technischer Lösungen und regulatorischer Standards erreicht werden.

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette bestehen substanzielle Forschungs- und Entwicklungsbedarfe, die systemisch zu betrachten sind. Dazu zählen insbesondere Fragen der Systemintegration von Wasserstoff-, CO₂- und Strominfrastrukturen, der Umwidmung und des Neubaus von Transport- und Speicherinfrastrukturen, material- und korrosionsbezogene Fragestellungen, der sichere und effiziente Betrieb von Abscheidungs-, Transport- und Speichereinrichtungen sowie die Weiterentwicklung von Monitoring-, Sicherheits- und Regelungskonzepten über den gesamten Lebenszyklus.

Die bisherigen Erfahrungen aus Demonstrations- und Referenzprojekten zeigen, dass technologische Lernprozesse nicht linear verlaufen und frühzeitig realistische Annahmen zu Kosten, Risiken und Skalierbarkeit erforderlich sind. Forschung und Innovation müssen daher eng mit Demonstrationsvorhaben und frühen Realprojekten verzahnt werden. Dies ermöglicht die systematische Auswertung von Betriebsdaten, die Reduktion technologischer und regulatorischer Unsicherheiten sowie die schrittweise Entwicklung belastbarer Standards.

Zudem wird auch an Alternativen und Ergänzungen zu CCS (im Bereich der Zement- und Kalkherstellung) geforscht, in denen der Kohlenstoff pyrolytisch abgeschieden wird und im Wege von CCU als Rohstoff z. B. für die Batteriezellfertigung oder die Stahlherstellung im Kreislauf verwendet oder dauerhaft eingelagert werden kann. Diese Forschungen und Innovationen sind ebenso voranzutreiben.

4. WASSERSTOFF UND CARBON MANAGEMENT: POTENZIELLE SPANNUNGSFELDER UND PRIORISIERUNGSFRAGEN

4.1 ANWENDUNGSFELDER UND INFRASTRUKTUR

Carbon Management und Wasserstoffhochlauf stehen an einigen Stellen in konkurrierender Beziehung. Beispielsweise können industrielle CCS-Anwendungen, die Herstellung von kohlenstoffarmem Wasserstoff und CDR-Projekte um begrenzte Speicherkapazitäten konkurrieren. Diese Konkurrenz kann zu Engpässen führen, insbesondere wenn Speicher- und Transportinfrastrukturen noch nicht ausreichend ausgebaut sind. In jedem Fall ist eine vorausschauende Planung, insbesondere in der Hochlaufphase, entscheidend.

Da der CO₂-Transport im Gegensatz zu Wasserstoff über mehrere Transportoptionen mit sehr unterschiedlichen Besonderheiten (bezüglich Kapitalintensität, Flexibilität etc.) erfolgen kann und dabei Hub-Infrastrukturen eine weitaus größere Rolle als für Wasserstoff zukommen wird, bestehen im Bereich des CO₂-Transports weitaus größere Koordinationsbedarfe und deutlich größere Planungsaufgaben für Unternehmen und Politik, die bei der Setzung des regulatorischen Rahmens berücksichtigt werden müssen.

Des Weiteren stellen Gaskraftwerke für den Wasserstoffhochlauf einen der zentralen Ankerkunden dar. Eine ambitionierte Wasserstoffsäule in der Kraftwerksstrategie ist daher für den Hochlauf von Wasserstoff und die Erschließung von Kostensenkungspotenzialen von zentraler Bedeutung. CCS an Gaskraftwerken ist nur in Einzelfällen sinnvoll, wie etwa bei industriellen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) mit kontinuierlichen Wärme- und Dampfbedarfen.

4.2 MARKT, FINANZIERUNG UND REGULATORISCHE RAHMENSETZUNG

Die derzeitigen Marktpreise im EU-Emissionshandel für Energiewirtschaft und Industrie (ETS 1) decken die Mehrkosten von Carbon-Management- und Wasserstoffprojekten nicht. Gleichzeitig konkurrieren diese verschiedenen Technologien und Anwendungsfelder um begrenzte Fördermittel. Differenzkosteninstrumente, CCfD oder andere marktbasierende Absicherungsmechanismen müssen so gestaltet werden, dass sie sowohl Synergien als auch Priorisierungskonflikte berücksichtigen und Investitionsrisiken für alle Akteure entlang der Wertschöpfungskette gezielt adressieren.

Während die Wasserstoffinfrastruktur in Deutschland als reguliertes Geschäft geplant ist, soll die Errichtung von CO₂-Infrastrukturen nach dem derzeitigen Stand zunächst privatwirtschaftlich erfolgen. Gleichwohl können staatliche Risikoabsicherungs- und Förderinstrumente helfen, Unsicherheiten bei Investitionsentscheidungen zu vermeiden, Risiken für Investitionen abzubauen und damit den Hochlauf von Carbon-Management-Technologien bedarfsorientiert zu gewährleisten.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Der NWR empfiehlt die zügige Ausarbeitung und Verabschiedung sowie die konsistente Umsetzung einer Carbon-Management-Strategie der Bundesregierung. Dabei sollten die Wechselwirkungen zur Wasserstoffstrategie sorgfältig reflektiert werden. Der Nationale Wasserstoffrat betont die Notwendigkeit, regulatorische, technologische und finanzielle Hürden schnell zu beseitigen.

Regulierung und Rahmenbedingungen

- ◆ Förderbedingungen so gestalten, dass Wasserstoffhochlauf und Carbon Management parallel, nicht konkurrierend verlaufen können
- ◆ Überregulierung vermeiden und gesellschaftliche Akzeptanz sowie tragfähige Geschäftsmodelle durch transparente Priorisierung sichern

Förderung und Finanzierung

- ◆ Verlässliche Förder- und Absicherungsinstrumente (z. B. CCfD, Leitmärkte) schaffen, um Investitionen zu ermöglichen
- ◆ Öffentliche Unterstützung nur bei gesicherter Finanzierung und klarer Mittelherkunft gewähren
- ◆ Kapitalmarktfähige Rahmenbedingungen und staatliche Risikoabsicherungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette etablieren
- ◆ Förderung und Schutz natürlicher Senken wie Wälder, Böden und Moore

Infrastruktur und Umsetzung

- ◆ Regionale CO₂-Cluster und -Hubs als Startpunkte für Infrastrukturentwicklung gezielt fördern
- ◆ Wasserstoff- und Carbon-Management-Infrastruktur integrieren, um Synergien und Kostenvorteile zu erschließen
- ◆ Erarbeitung einer klaren Roadmap für die Entscheidung zur rein privatwirtschaftlichen oder regulierten Infrastruktur

Forschung und Innovation

- ◆ Eine integrierte, praxisnahe Forschungs- und Innovationsagenda für Wasserstoff und Carbon Management etablieren
- ◆ Forschung frühzeitig in Planung und Infrastrukturprojekte einbinden, um Risiken zu senken und Marktreife zu beschleunigen
- ◆ Synergien zwischen Wasserstoff, CCU und CCS gezielt nutzen und gemeinsame Entwicklungsfelder fördern



DER NATIONALE WASSERSTOFFRAT

Mit der Verabschiedung der Nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung am 10. Juni 2020 den Nationalen Wasserstoffrat berufen. Der Rat besteht aus 22 hochrangigen Expertinnen und Experten der Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft, die nicht Teil der öffentlichen Verwaltung sind. Die Mitglieder des Wasserstoffrats verfügen über Expertise in den Bereichen Erzeugung, Forschung und Innovation, Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Gebäude/Wärme, Infrastruktur, internationale Partnerschaften sowie Klima und Nachhaltigkeit. Der Nationale Wasserstoffrat wird kommissarisch geleitet durch Felix Chr. Matthes.

Aufgabe des Nationalen Wasserstoffrats ist es, den Staatssekretärsausschuss für Wasserstoff durch Vorschläge und Handlungsempfehlungen bei der Umsetzung und Weiterentwicklung der Wasserstoffstrategie zu beraten und zu unterstützen.

◆ **Kontakt:** info@leitstelle-nws.de, www.wasserstoffrat.de

ANHANG

Abkürzungsverzeichnis und Glossar

Abkürzung	Begriff	Beschreibung
BioCCS/U	Biomass Carbon Capture and Storage/Utilisation	Bezeichnet die Kombination aus stofflicher Aufbereitung oder energetischer Nutzung von Biomasse und Abscheidung sowie Speicherung (BioCCS) oder Nutzung (BioCCU) des dabei entstehenden CO ₂ .
BECCS/U	Bioenergy Carbon Capture and Storage/Utilisation	Bezeichnet die Kombination aus energetischer Nutzung von Biomasse und Abscheidung sowie Speicherung (BECCS) oder Nutzung (BECCU) des dabei entstehenden CO ₂ .
–	Biokohle	Biokohle (auch: Pflanzenkohle) ist ein kohlenstoffreiches, poröses Material, das durch Pyrolyse (Erhitzung unter Sauerstoffabschluss) aus organischer Biomasse hergestellt wird.
CCfD	Carbon Contracts for Difference	Carbon Contracts for Difference sind (staatliche) Förderinstrumente, die die Mehrkosten klimafreundlicher Technologien gegenüber fossilen Methoden decken, indem sie die Differenz zwischen einem vereinbarten CO ₂ -Festpreis und dem tatsächlichen Marktpreis (z. B. EU-ETS) ausgleichen.
CCS	Carbon Capture and Storage	Bezeichnet die Abscheidung von CO ₂ -Emissionen aus dem Abgasstrom von Punktquellen (z. B. Industrieanlagen, meist mehr als 90 %), den anschließenden Transport zum Speicherort und die langfristige Einbringung in den tiefen geologischen Untergrund. Der Kohlenstoff kann sowohl gasförmig (CO ₂) als auch in fester Form (C) eingespeichert werden. Ziel ist es, zu verhindern, dass bereits entstandenes CO ₂ in die Atmosphäre gelangt. Die Netto-CO ₂ -Emissionsbilanz von CCS ist vor allem vom Abscheidegrad abhängig.
CCU	Carbon Capture and Utilization	Bezeichnet die Abscheidung von CO ₂ -Emissionen aus dem Abgasstrom von Punktquellen (z. B. Industrieanlagen, meist mehr als 90 %) mit anschließender Nutzung als Grundstoff für industrielle oder chemische Prozesse, stofflich in Produkten (z. B. Kunststoffen oder Baumaterialien) oder als Brenn- und Kraftstoff für Anwendungen im Verkehr (E-Fuels) oder in der Energiewirtschaft (Langzeitspeicher). Die Netto-CO ₂ -Emissionsbilanz von CCU hängt neben dem Abscheidegrad vor allem davon ab, ob bzw. in welchem Umfang verhindert wird, dass der genutzte Kohlenstoff wieder als CO ₂ in die Atmosphäre gelangt.
CDR	Carbon Dioxide Removal	Umfasst alle menschlichen Aktivitäten, die darauf abzielen, bereits emittiertes CO ₂ aktiv aus der Atmosphäre zu entfernen und zu entziehen. Man unterscheidet hierbei zwischen technischen und natürlichen Senken. Siehe Abbildung 1.
CM	Carbon Management	Carbon Management umfasst die Abscheidung, Nutzung und Speicherung von CO ₂ (CCS und CCU) sowie Verfahren zur aktiven Entnahme von CO ₂ aus der Atmosphäre (CDR). Hierzu zählen auch biomassebasierte Verfahren mit CO ₂ -Abscheidung und -Speicherung (BioCCS/BECCS), die negative Emissionen ermöglichen.
CO₂	Kohlenstoffdioxid	–

Abkürzung	Begriff	Beschreibung
DACCS/U	Direct Air Carbon Capture and Storage/Utilisation	Ein technisches Verfahren, bei dem CO ₂ direkt aus der Umgebungsluft entnommen wird. Bei DACCS wird dieses CO ₂ anschließend dauerhaft geologisch gespeichert, was zu negativen Emissionen führt. Bei DACCU wird das atmosphärische CO ₂ als Grundstoff für industrielle oder chemische Prozesse und stofflich in Produkten (z. B. Kunststoffen oder Baumaterialien) genutzt.
ETS	Emissionshandelssystem	–
EU-ETS	Europäisches Emissionshandels-system	–
ERW	Enhanced Rock Weathering (beschleunigte Verwitterung)	Technische Beschleunigung von natürlichen Verwitterungsprozessen, um bereits emittiertes CO ₂ aus der Atmosphäre zu entfernen und zu entziehen.
–	Humusaufbau	Umfasst menschliche Aktivitäten zum Aufbau von Humus, also die Gesamtheit der abgestorbenen organischen Substanz im Boden, in Ackerböden; in diesem Zusammenhang als natürliche CO ₂ -Senke zu verstehen.
–	Natürliche Senken	Im Sinne des CDR werden folgende Verfahren als natürliche Senken verstanden: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Waldbewirtschaftung ◆ Humusaufbau ◆ ozeanbasierte Verfahren
–	Ozeanbasierte Verfahren	Umfasst menschliche Aktivitäten, mit denen CO ₂ aus der Atmosphäre in die Ozeane aufgenommen, dort gebunden und langfristig gespeichert wird.
–	Technische Senken	Im Sinne des CDR werden folgende Verfahren als technische Senken verstanden: <ul style="list-style-type: none"> ◆ CCS/U ◆ BioCCS/U bzw. BECCS/U ◆ DACCS/U ◆ direkte stoffliche Nutzung bzw. Fixierung von Biomasse oder des in Biomasse enthaltenen Kohlenstoffs ◆ EW
THG	Treibhausgas	–
–	Waldbewirtschaftung	Umfasst menschliche Aktivitäten, um wirtschaftliche, soziale und ökologische Werte aller Arten von Wäldern zum Wohle gegenwärtiger und künftiger Generationen zu erhalten und zu verbessern; in diesem Zusammenhang als natürliche CO ₂ -Senke zu verstehen.
–	Wiedervernässung von Mooren	Umfasst menschliche Aktivitäten zur Anhebung des Wasserstandes in Feuchtgebieten wie Mooren, Feuchtwiesen oder Flussauen mit dem Ziel der Wiederherstellung oder Renaturierung dieser Ökosysteme; in diesem Zusammenhang kurzfristig als Emissionsminderung und langfristig als Wiederherstellung einer natürlichen Senke zu verstehen.

Abbildung 1: Technische und natürliche Senken- bzw. CDR-Optionen

Fossiles CO ₂	CO ₂ aus der Atmosphäre						Biogenes CO ₂	
Technische Senken					Natürliche Senken		Emissionsminderung	
Abgas	Pflanzen	Pflanzen	Atmosphäre	Atmosphäre	Pflanzen	Atmosphäre	Böden	Böden
Fossiles CCS	BioCCS/BECCS	Pflanzenkohle	DACCS	Verwitterung (ERW)	Aufforstung/Waldumbau	Ozeanbasierte Verfahren	Humusaufbau	Wiedervernässung von Mooren
Kohlenstoff-Speicherung								
Gestein*	Gestein*	???	Gestein*	Gestein*	Pflanzen*	Ozeane*	Böden*	Böden*
Reversibilität								
kaum	kaum	???	kaum	kaum	ja	???	ja	ja
Option Kohlenstoff-Nutzung (bei unterschiedlichen Einbindungsdauern und Permanenzrisiken)								
ja*	ja*	ja*	ja*	ja*	ja*			
Anwendung								
DE	DE	DE	DE/global	DE/global	DE/global	global	DE/global	DE
*THG-Emissionsbilanz (netto)			>0	≤0	<0			