

Policy Paper

August 2026

Realitätscheck Bio-CCS

Potenziale und Herausforderungen im Kontext
des CO₂-Netzaufbaus

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	1
1. Warum ist die Schnittstelle von Bio-CCS und CO₂-Infrastruktur entscheidend?	3
2. Welche Bio-CCS-Anwendungen kommen in Frage?	5
3. Welche politischen, ökonomischen und infrastrukturellen Bedingungen prägen die Hochlaufphase?	7
4. Wie wurden die Potenziale evaluiert?	10
5. Welche realistischen Potenziale bestehen?	11
6. Was ist ein sinnvolles Zukunftsbild für den Anschluss von Bio-CCS-Anlagen in Deutschland?	16
7. Wie können die Rahmenbedingungen für Bio-CCS verbessert werden? Welche Handlungsempfehlungen resultieren aus der Analyse?	18
Literaturverzeichnis	22

Executive Summary

Die Frage, in welchem Maßstab Bio-CCS in Deutschland kurz-, mittel- und langfristig Negativemissionen erzeugen kann, ist nicht primär eine Frage des theoretischen Biomassepotenzials, sondern vor allem eine industrie-, infrastruktur- und nachhaltigkeitsbezogene politische Entscheidung. Zugleich ist Bio-CCS kein Selbstzweck: Negativemissionen entstehen nur dann, wenn über den gesamten Lebenszyklus hinweg tatsächlich mehr CO₂ dauerhaft gespeichert als freigesetzt wird. Viele bislang diskutierte Potenziale erweisen sich bei genauer Betrachtung als zu optimistisch, da sie die Größe der biomasseverarbeitenden Anlagen, ihre räumliche Lage in Deutschland in Relation zu potenziellen CO₂-Netzausbaupfaden und dadurch auch die tatsächliche Erschließbarkeit von Transport- und Speicherinfrastruktur nicht ausreichend berücksichtigen. Bio-CCS ist daher kein schnell skalierbares Klimaschutzinstrument, sondern wird sich angesichts vielfältiger Restriktionen nur an ausgewählten, anschlussfähige Quellen realisieren lassen. Dieses Policy Paper analysiert daher die geographische Verteilung und Struktur der Punktquellen in den verschiedenen, für die Anwendung von Bio-CCS infrage kommenden Sektoren in Deutschland und entwickelt Politikempfehlungen an der Schnittstelle von CO₂-Netzentwicklung und Negativemissionsstrategie.

Besonders relevant ist Bio-CCS dort, wo große Punktquellen mit biogenen bzw. gemischten Stoffströmen ohnehin Teil des entstehenden CO₂-Transportnetzes werden, etwa in der thermischen Abfallbehandlung sowie in Teilen der Papier- und Zellstoffindustrie oder ggf. in Zement- und Kalkwerken mit Ersatzbrennstoffverfeuerung. Diese Anlagen können in einzelnen Fällen kurzfristig und vergleichsweise effizient zu Negativemissionen beitragen, wenn die Abscheidung technisch durchführbar wie auch ökonomisch tragbar ist und die Standortbedingungen einen Anschluss an die Infrastruktur zulassen. Demgegenüber sind viele kleinere oder dezentral gelegene Anlagen, wie z. B. Biomethananlagen, trotz nennenswerter Potenziale des Sektors nur begrenzt geeignet, weil ein Anschluss aufgrund der geringen Volumina der Punktquellen nur bei guter Lage – nah an einer Ausbaustrecke – plausibel scheint. Ein Anschluss anderer Anlagen, wie z. B. von Biomasseheizkraftwerken, erscheint dagegen wegen der damit verbundenen Fehlanreize zur energetischen Nutzung von Biomasse, die ggf. in Konkurrenz zur zu priorisierenden Kaskadennutzung steht, wenig sinnvoll. Die Verbrennung großer Mengen von Biomasse steht in Deutschland häufig in Konflikt zum Schutz natürlicher Kohlenstoffsinken und sollte deshalb nur dann erfolgen, wenn dafür hauptsächlich Restbiomasse am Ende einer langen Verwertungskette genutzt wird. Das Beispiel Dänemark zeigt zudem, dass eine auf große Biomasseverbrennung gestützte Bio-CCS-Strategie nicht ohne Weiteres auf Deutschland übertragbar ist, weil sich Emissionsstruktur, Standortverteilung und Infrastrukturanforderungen beider Staaten deutlich unterscheiden.

Der notwendige Hochlauf von Bio-CCS sollte politisch daher nicht ohne eine klimapolitisch informierte Biomassestrategie eine Förderkulisse für Biomasseanlagen zeitigen, sondern strategisch eng mit den Herausforderungen des CO₂-Netzausbaus verzahnt werden. Entscheidend sind eine klare Priorisierung von Rest- und Abfallbiomasse und die Ausrichtung auf große und räumlich plausibel anschließbare Punktquellen. Ergänzend oder alternativ ist auch eine strategische räumliche Neuausrichtung biomasseverarbeitender Anlagen näher an die CO₂-Transportrouten zu erwägen. Langfristig sollte der Anschluss an das CO₂-Netz Teil der Standortentscheidung sein und auf diese Weise größere Emissionsmengen erschließen.

Das Papier verdeutlicht somit die Notwendigkeit einer eng aufeinander abgestimmten Entwicklung von Aktionsplan Carbon Management und der Langfriststrategie Negativemissionen. Dabei müssen auch Fragen der Finanzierung von Bio-CCS in EU-ETS und weiteren Vergütungsoptionen wie Ankaufprogrammen mitgedacht werden. Ohne eine mehrdimensionale Betrachtung droht eine Fehlsteuerung in teure, aber wenig klimawirksame Anwendungen. Ein robuster Hochlauf von Bio-CCS setzt daher nicht auf die maximalen theoretischen Potenziale, sondern fokussiert selektiv infrastrukturell anschlussfähige Projekte.

Kernaussagen des Papiers

- Bio-CCS ist kein breit verfügbares Standardinstrument, sondern nur an ausgewählten Standorten realistisch.
- Die Verwendung von Rest- und Abfallbiomasse für Bio-CCS sollte gegenüber frischer Biomasse klar priorisiert werden.
- Die räumliche Lage der Anlagen ist für die Realisierbarkeit ebenso wichtig wie die Größe der Punktquelle.
- Biogene Punktquellen in Deutschland sind mit Ausnahme der thermischen Abfallbehandlung und z. T. der Papier- und Zellstoffindustrie vergleichsweise klein. Dies stärkt die Bedeutung von (Regional-)Clustern und ggf. auch die Möglichkeiten einer „grünen“ Verlagerung von Produktionsstandorten in die Nähe des CO₂-Netzes.
- Bio-CCS und CO₂-Infrastruktur müssen gemeinsam geplant werden – getrennte Politiken erzeugen Fehlanreize.
- Ein glaubwürdiger Bio-CCS-Hochlauf braucht klimaschutz- und nachhaltigkeitszentrierte Evaluationskriterien, einen multikriteriellen Förderrahmen und eine strikte Ausrichtung auf tatsächlich erzielbare negative Emissionen nach umfassender Lebenszyklusanalyse.

1. Warum ist die Schnittstelle von Bio-CCS und CO₂-Infrastruktur entscheidend?

Damit CCS-basierte Negativemissionen einen Beitrag zur Klimaneutralität leisten können, müssen sie zeitnah zu einem ergänzenden neuen Bestandteil der Klimapolitik werden. Auf EU-Ebene ist dafür zwischen 2030 und 2050 ein Wachstum der Negativemissionen von 2.800 Prozent erforderlich (Schenuit und Treß 2025). Je nach Szenariostudie beträgt der Bedarf an Negativemissionen in Deutschland für das Jahr 2045 47 bis 95 Mt CO₂ im Jahr, wobei – je nach Studie – angenommen wird, dass davon 1,5 bis 35 Mt CO₂ pro Jahr aus Bio-CCS-Anwendungen stammen (Vassinen u. a. 2026; Bodirsky u. a. 2025).

Negativemissionen entstehen im Rahmen von Bio-CCS durch die Abscheidung und permanente tiefengeologische Speicherung biogener Emissionen, die bei der Umwandlung von Biomasse in Wärme, Strom, Wasserstoff und Zwischenprodukte von Bioraffinerien (z. B. Zellulosezellstoffe und Chemikalien) entstehen. Aufgrund der Vielzahl biomasseverarbeitender Anlagen in Deutschland besteht ein großes theoretisches Potenzial zur Erschließung von Negativemissionen. Gleichzeitig ist die Verfügbarkeit nachhaltiger Biomasse, und somit auch das Potenzial von Bio-CCS, aufgrund allzu optimistischer Modellannahmen global und auch in Deutschland stark überbewertet (Bellona und Zentrum Liberale Moderne 2026). Die Erschließung räumlich verteilter Punktquellen mit biogenen Anteilen ist nicht trivial: Carbon Capture-Anwendungen müssen an Transport- und Speicherinfrastrukturen¹ angebunden werden, um überhaupt Emissionsreduktionen oder Negativemissionen realisieren zu können. Der Hochlauf von Bio-CCS-basierten Negativemissionen unterliegt damit gegenwärtig erheblichen Restriktionen.

Das Ziel dieses Policy Papers ist es daher, das tatsächlich realisierbare Potenzial von Bio-CCS-basierten negativen Emissionen durch eine geografische und punktquellenbezogene Bestandsaufnahme in Deutschland präziser zu bestimmen und Politikempfehlungen zum Hochlauf von Bio-CCS an der bisher unterbelichteten Schnittstelle zur CO₂-Netzentwicklung zu entwickeln. Dafür werden in diesem Papier Bio-CCS-Anwendungen nicht lediglich nach den theoretischen Potenzialen der verwendeten Biomasse bewertet. Stattdessen analysiert das Papier zusätzlich die typische Größe der Punktquellen häufig diskutierter Bio-CCS-Anwendungen sowie ihre geographische Lage in Bezug auf das wahrscheinliche Zielnetz für CO₂ in Deutschland.² Ergänzend bewertet dieses Papier Klimanutzen und Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung relevanter Kontextbedingungen für Bio-CCS. In diesem Sinne erweitert dieses Policy Paper die bereits gemeinsam mit dem Zentrum Liberale Moderne erstellten „[Eckpunkte zur technischen Entnahme von biogenem Kohlenstoff](#)“ um eine räumlich-geographische und strategisch-planerische Dimension im Kontext des CO₂-Netzaufbaus.

Die Nachhaltigkeit von Bio-CCS muss neben einer erweiterten Treibhausgasbilanz auch berücksichtigen, welche Defossilisierungsoptionen in anderen Sektoren ohne Biomasse fehlen. Politisch sollte Bio-CCS vorrangig auf Rest- und Abfallbiomasse ausgerichtet werden, um Nachhaltigkeitsrisiken zu begrenzen, ohne andere nachhaltig verfügbare Potenziale grundsätzlich auszuschließen; maßgeblich ist dabei eine Abwägung zwischen CO₂-Entnahme, konkurrierenden Biomassennutzungen sowie dem Erhalt und Ausbau natürlicher Kohlenstoffsenken.

Auf Basis dieser multikriteriellen Analyse werden abschließend politische Handlungsempfehlungen zur effizienteren, ökologischeren und nachhaltigeren Ausgestaltung des Schnittpunkts zwischen dem erforderlichen Hochlauf von Bio-CCS und der Entwicklung des deutschen CO₂-Netz entwickelt. Das Papier schließt eine Lücke im politischen Diskurs über die Potenziale von Bio-CCS in Deutschland, indem es die vorhandenen Potenziale konsequent an der konkreten Plausibilität eines Anschlusses an das CO₂-Netz misst.

1 Zu den Bedingungen des Hochlaufs von CO₂-Speicherkapazität in Deutschland, siehe [diese Publikation](#).

2 Im Rahmen dieses Papiers wurde keine eigenständige Transportnetzplanung oder Plausibilitätsprüfung für die zeitliche Realisierung einzelner Transportkorridore durchgeführt. Mehr zu den Einschränkungen und Systemgrenzen des Papiers in den [Kapitel 4 bis 6](#).

Bilanzierung von Biomasse: Wann entstehen Negativemissionen?

Negativemissionen entstehen durch Bio-CCS-Verfahren nur dann, wenn über den gesamten Lebenszyklus hinweg mehr CO₂ dauerhaft gespeichert wird, als durch den Prozess freigesetzt wird. Der Begriff des Lebenszyklus umfasst hier die vollständige Prozesskette: Biomasseanbau bzw. -bereitstellung, Ernte, Transport, Umwandlung zu Energie oder Produkt, CO₂-Abscheidung, Verdichtung, Transport des CO₂ und dauerhafte Speicherung. Außerdem müssen auch vorgelagerte und nachgelagerte Emissionen mitberechnet werden, etwa aus Energieeinsatz, Lieferkette und Landnutzungsänderungen.

Die Annahme, die Verwendung von Biomasse zur Energieerzeugung sei grundsätzlich emissionsfrei und jede abgeschiedene sowie dauerhaft gespeicherte Tonne CO₂ führe automatisch zu Negativemissionen, ist wissenschaftlich nicht haltbar. Die vielfach beleghaft angeführten IPCC-Berichterstattungsregeln bedeuten nicht, dass Bioenergie per se klimaneutral oder nachhaltig ist, sondern ordnen Emissionen systematisch bestimmten Sektoren zu (Searchinger u. a. 2026). Die Berichterstattungsregeln weisen explizit darauf hin, dass die Nichtberücksichtigung von Bioenergie-Emissionen in der Gesamtsumme des Energiesektors keine Schlussfolgerungen über die Nachhaltigkeit oder CO₂-Neutralität von Bioenergie zulässt und für die Nutzung von Biomasse in Industriesektoren nicht angemessen ist (Searchinger u. a. 2026).

Auch Modellierungen haben gezeigt, dass Bioenergie nicht klimaneutral ist, wenn sämtliche Kohlenstoffflüsse berücksichtigt werden und nicht emittiertes CO₂ aus der Verbrennung mit dem sequestrierten CO₂ beim Pflanzenwachstum gleichgesetzt wird. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Entnahme von Pflanzenmaterial aus dem Ökosystem zu einer Verringerung des Kohlenstoffspeichers im Boden führt (Ahmer 2022). Zudem können bei der Verarbeitung von Biomasse (z. B. Gärung) andere Treibhausgase – wie z. B. Methan – entstehen. Langfristig betrachtet ist BECCS (Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung) aus der Verwertung von Frischholz beispielsweise emissionsintensiver als Solar- und Windenergie (Searchinger u. a. 2026). In Life Cycle Assessments ergeben sich je nach verwendeter Methode zur Bioelektrizitätsherstellung Emissionen von –358 g CO₂eq/kWh bis 247 g CO₂eq/kWh (Fan u. a. 2021).

Insgesamt besteht ein Spannungsfeld zwischen der Nutzung von Biomasse als Ersatz für fossile Rohstoffe und der Stabilisierung von Kohlenstoffsinken einerseits sowie Emissionsminderungen andererseits (Bellona und Zentrum Liberale Moderne 2026). Bio-CCS Anwendungen sind daher nur sinnvoll, wenn die Biomassehierarchie³ durchgehend berücksichtigt und Emissionsminderungen priorisiert wurden.

3 Die Biomassehierarchie beschreibt ein Priorisierungsprinzip für die Nutzung der begrenzten Ressource Biomasse: Sie sollte vorrangig dort eingesetzt werden, wo sie für die Dekarbonisierung bzw. dem Klimaschutz im Allgemeinen einen besonders hohen zusätzlichen Nutzen hat und durch andere Optionen nur schwer ersetzt werden kann. Praktisch läuft dies auf eine Priorisierung der stofflichen Nutzung, sowie abgestuft z. B. auf die Nutzung für Prozesswärme im Hochtemperaturbereich hinaus.

2. Welche Bio-CCS-Anwendungen kommen in Frage?

Damit der notwendige Ausbau von Bio-CCS langfristig realisiert werden kann, sind kurz- bis mittelfristige Planungs- und Investitionsentscheidungen von wesentlicher Bedeutung. Der Erfolg einer Skalierung hängt stark von der Technologieentwicklung und der Wirtschaftlichkeit der Anwendungen ab. Die Mehrkosten von Abscheidung, Transport und Speicherung der Emissionen biogenen Ursprungs hängen ab von der Infrastrukturverfügbarkeit, den Transportdistanzen zum CO₂-Speicher, der Anlagegröße und der Abscheidungstechnologie sowie -rate. Für alle Bio-CCS-Anwendungen gilt zudem, dass die Integration von Carbon Capture die Wirkungsgrade der Anlagen beeinträchtigt, da die Capture-Anlage den Energiebedarf z. T. substantiell erhöht. Zu berücksichtigen ist daher auch der ggf. erhöhte Ressourcenverbrauch der Anlagen.

Für Bio-CCS kommen vor allem Anlagen infrage, in denen biogenes CO₂ in größeren, möglichst konzentrierten und kontinuierlich anfallenden Mengen entsteht. Im Einzelnen sind folgende Auswahlkriterien relevant:

Kriterium	Beschreibung
Nachhaltige Biomassequelle	Rest- und Abfallbiomasse sind vorzuziehen, weil eigens angebaute Biomasseflächen Biodiversität, Nahrungssysteme und natürliche Kohlenstoffspeicher unter Druck setzen können.
Netto-Negativität im Lebenszyklus	Anbau, Ernte, Verarbeitung, Energieeinsatz, Methanverluste, Transport und Speicherung müssen zusammen weniger Emissionen verursachen als dauerhaft entfernt werden.
CO₂-Konzentration und Reinheit	Reine oder konzentrierte CO ₂ -Ströme sind geeigneter für die Anwendung von Carbon Capture. Die Abscheidung ist technisch einfacher und somit kostengünstiger möglich.
Menge und Kontinuität	Große, ganzjährig CO ₂ erzeugende Punktquellen erleichtern Infrastrukturplanung und wirtschaftlichen Betrieb.
Nähe zu CO₂-Infrastruktur	Zugang zu Sammelnetzen, vielfältigen Transportoptionen oder Speichern reduziert Kosten und Umsetzungsrisiken.
Alternativnutzung der Biomasse	Biomasse sollte nicht für Bio-CCS eingesetzt werden, wenn sie an anderer Stelle einen höheren Klimanutzen hat, etwa zur Erzeugung schwer ersetzbarer industrieller Prozesswärme ⁴ oder als stofflicher Rohstoff.

Auf Basis dieser Kriterien weisen grundsätzlich folgende Anwendungen Potenziale zur nachhaltigen Erzeugung von Negativemissionen auf. In den Kapiteln 3 bis 5 sollen diese Potenziale nachfolgend einer kritischen Evaluation unterzogen werden.

⁴ In industriellen Punktquellen mit gemischten (biogen und fossil) Stoffströmen, wie z. B. in Zement- oder Kalkwerken, besteht bei hohen Abscheideraten auch ein begrenztes Negativemissionspotenzial, auch wenn es sich nicht um Bio-CCS-Anwendungen im engeren Sinne handelt.

Thermische Abfallbehandlung

Hier ist nur der biogene Anteil des Abfalls als CO₂-Entnahme anrechenbar. Dieser beträgt zwischen 40 und 60%. Fossile Anteile – etwa Kunststoff – würden hingegen vermiedene positive Emissionen darstellen (Emissionsreduktion). Die wichtigsten Dekarbonisierungshebel der Abfallwirtschaft liegen in der Abfallvermeidung, getrennter Sammlung, Sortierung, Produktgestaltung und Recycling. Dennoch stellt CCS die einzige Möglichkeit dar, Emissionen aus den auch bei optimistischen Annahmen zur Reduktion des Abfallaufkommen in Deutschland künftig noch verbleibenden thermischen Abfallverwertungsanlagen zu reduzieren. Technisch ist die Abscheidung an Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung möglich und gut erprobt ([E3G und Bellona 2026](#)). Die von der Verbrennung gemischter Siedlungsabfälle analytisch zu trennende Verbrennung gefährlicher Abfälle beschränkt sich auf einen kleineren, jedoch tendenziell unvermeidbaren Maßstab, da diese Abfälle nicht oder nur schwer mittels anderer Ansätze verwertet werden können ([E3G und Bellona 2026](#)). Eine weitere Form der thermischen Abfallbehandlung stellt die Klärschlammverbrennung dar. Als Verwertungsweg unterliegt die Klärschlammverbrennung künftig starker Konkurrenz durch Ansätze wie Biokohle oder die anaerobe Vergärung – zumindest für kontaminationsfreien Klärschlamm. Aufgrund in Deutschland absehbar nur geringer Potenziale und fehlender CCS-Demonstrationsanlagen zur Einschätzung der technischen Durchführbarkeit wurde die Klärschlammverbrennung in diesem Papier nicht berücksichtigt.⁵

Papier- und Zellstofffabriken

Insbesondere die Zellstoffproduktion bietet Potenzial für Bio-CCS, da an Rückgewinnungskesseln große und kontinuierliche Mengen biogenen CO₂ anfallen. Dort wird der organische Anteil der Schwarzlauge zur Energiebereitstellung und Chemikalienrückgewinnung verbrannt. Wird dieses biogene CO₂ abgeschieden und dauerhaft gespeichert, kann dies zu Negativemissionen führen, sofern die Lebenszyklusbilanz insgesamt negativ ist. Auch Kalköfen und Biomassekessel können relevante CO₂-Quellen sein. Beim Kalkofen ist zwischen prozessbedingtem, geogenem CO₂ aus der Kalzinierung des Kalksteins und CO₂ aus dem ggf. eingesetzten Brennstoff zu unterscheiden.⁶ Nur ein nachweisbar biogener Brennstoffanteil kann grundsätzlich Negativemissionen begründen. Die CO₂-Abscheidung aus den Abgasen von Rückgewinnungskesseln, Biomassekesseln und Kalköfen ist technisch grundsätzlich möglich ([E3G und Bellona 2026](#)).

Biogas- und Biomethananlagen

Für die CO₂-Abscheidung an Biogas- oder Biomethananlagen ist eine differenzierte Betrachtung notwendig: Biogasanlagen erzeugen ein Rohgasgemisch mit einem CO₂-Anteil von 40 bis 50%, der bisher nicht gezielt abgeschieden wird. Wird hingegen das Biogas zu Biomethan aufbereitet, wird das CO₂ bereits im Prozess vom Methananteil abgetrennt und könnte vergleichsweise einfach gespeichert werden. Aufgrund der geringen Größe von Biogasanlagen konzentriert sich dieses Papier auf Biomethananlagen. Die zentrale Herausforderung liegt bei Biomethananlagen weniger in der Abscheidung selbst als vielmehr in Möglichkeit der Bereitstellung einer geeigneten CO₂-Transport- und Speicherinfrastruktur (Thrän, Borchers, u. a. 2025).

-
- 5 Einzelne Anlagen können sich dennoch für eine CCS-Nachrüstung empfehlen – insbesondere, wenn diese erst kürzlich errichtet wurden und noch eine vergleichsweise lange erwartete Betriebsdauer aufweisen. Beispielsweise weisen einzelne Anlagen in Deutschland als Monoanlagen bereits eine hinreichende Größe für einen Netzanschluss auf oder könnten oder ggf. zum Komplex einer thermischen Abfallbehandlungsanlage zählen, die einen Anschluss erhält. Weitere Informationen zum Entwicklungspotenzial der Klärschlammverbrennung in Europa sind in der [Scorecard des 2026er-Updates der CCS Ladder](#) zu finden.
 - 6 Das aus der Kalzinierung entstehende geogene CO₂ weist kein Negativemissionspotenzial auf, sollte jedoch als unvermeidbare Prozessemission ebenfalls abgeschieden werden.

Bioethanolanlagen

Ähnlich wie bei Biomethananlagen entsteht bei der Produktion von Bioethanol durch die Fermentation nahezu reines CO₂, das leicht abgeschieden werden könnte. Bei Bio-CCS in Bioethanolanlagen besteht die Gefahr, dass Zielkonflikte mit dem natürlichen Klimaschutz, insbesondere durch Landnutzungsansprüche, unterschätzt werden und die Abscheidung lediglich Emissionen innerhalb der Wertschöpfungskette verlagert. Da bei der Nutzung des erzeugten Kraftstoffs weiterhin CO₂ im Verkehr freigesetzt wird, kann nur eine systemweite Lebenszyklusbilanz klären, ob tatsächlich CO₂-Entnahmen entstehen oder die Klimawirkung überschätzt wird. Aufgrund des Vorliegens relevanter Volumina in Deutschland werden dennoch in die Analyse integriert.

Biomasse-Kraftwerke

Die Abscheidung aus Rauchgas ist technisch möglich, aber wegen der niedrigeren CO₂-Konzentration aufwendiger. Eine CCS-Nachrüstung großer Biomasseheizkraftwerke, die feste Biomasse wie Holz zur Produktion von Strom, Wärme oder beidem verbrennen, führt zu einer Reduktion des elektrischen Wirkungsgrads der Anlage um etwa 20 bis 25%. Im Unterschied zu konzentrierten CO₂-Strömen aus Fermentation oder Biogasaufbereitung ist die Abscheidung aus Rauchgas insofern energie- und kostenintensiver.⁷ Dies beeinträchtigt vor allem die Kosteneffizienz jener Anlagen, die stark von Fördermechanismen abhängen und perspektivisch aus der Förderung fallen (Thrän, Borchers, u. a. 2025). Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass bestimmte Anlagenkonzepte – etwa solche mit geringer stofflicher Nutzungseffizienz von Biomasse – ohnehin im Kontext einer nachhaltigen Biomassenutzung kritisch zu bewerten sind.

3. Welche politischen, ökonomischen und infrastrukturellen Bedingungen prägen die Hochlaufphase?

Der Aktionsplan Carbon Management wird Maßnahmen zum Aufbau einer CO₂-Transportinfrastruktur aufstellen, während die [Langfriststrategie Negativemissionen \(LNe\)](#) Zielwerte für Entnahmen durch technische Senken für die Jahre 2035, 2040 und 2045 ausarbeiten soll. Beide Dokumente skizzieren zusammen die politischen Rahmenbedingungen für einen strategischen Hochlauf von Bio-CCS.

Auch bei der Infrastruktur sind in Abwesenheit einer staatlichen Planung noch viele Fragen offen. Das Fraunhofer CINES forscht bereits an möglichen CO₂-Netzrouten, welche zusätzlich zur Emissionsreduktion mithilfe der Anwendung von CCS bei schwer vermeidbaren (Prozess-)Emissionen, wie z. B. der Zement- und Kalkindustrie, auch Negativemissionspotenziale an das CO₂-Netz anschließen könnten (Fleiter u. a. 2026). Diese Potenziale bestehen, weil in diesen Industrien gemischte Stoffströme aus CO₂ fossilen und biogenen Ursprungs vorliegen.

Ökonomisch herrscht aktuell jedoch zwischen kleinskaligen Innovationsprototypen und großskaligen Umsetzungsprojekten von Negativemissionstechnologien ein „valley of death“, das aufgrund von Investitionsunsicherheiten durch die bisherigen fehlenden Rahmenbedingungen entsteht (Schenuit und Treß 2025). Bestehende Instrumente – wie z. B. [Differenzverträge](#) – sind zur Förderung von CCS zur Emissionsreduktion in der Industrie entwickelt. Das bisherige Fehlen einer politischen Zielsetzung und strategischen Ausrichtung CDR-zentrierter Förderpolitik erschwert den Markthochlauf von Bio-CCS-Verfahren.

7 Die kostensteigernde Aufbereitung des Rauchgases ist indes auch bei thermischer Abfallverwertung und Papier- bzw. Zellstoffproduktion erforderlich. Bei diesen Anlagen ist der primäre Zweck ggf. jedoch nicht die Energiebereitstellung, weshalb Effizienznachteile im Vergleich zu einem Biomassekraftwerk weniger kritisch gewichtet werden sollten.

Multimodale Transportlösungen, etwa der ergänzende Einsatz von Binnenschiffe und Zügen, können je nach ökonomischen und geografischen Rahmenbedingungen eine relevante Rolle im Markthochlauf spielen, insbesondere in frühen Phasen mit geringeren Volumina oder für vom Pipelinenetz weit entfernte Anlagen. Problematisch wird eine solche Multimodalität ohne eine strategische Planung der in bestimmten Regionen zu transportierenden Volumina. Beispielsweise kann es zu einem Ausweicheffekten zugunsten lokal zwar günstigerer, aber insgesamt die volkswirtschaftlichen Systemkosten erhöhenden Lösungen kommen. Diese Problem könnte entstehen, wenn die Infrastrukturplanung nicht klar auf die erwartete Nutzung des Netzes nicht nur für schwer vermeidbare, sondern auch auf biogene Emissionsquellen mit Negativemissionspotenzial, ausgerichtet ist. Auch könnten die für volkswirtschaftliche Gesamteffizienz des Transportnetzes zentralen Pipelineprojekte unterausgelastet bleiben. In diesem Fall würden die Wirtschaftlichkeit und Skalierbarkeit der CO₂-Transportinfrastruktur beeinträchtigt und damit die Grundlage für einen kosten- und ressourceneffizienten Ausbau von Negativemissionstechnologien geschwächt.

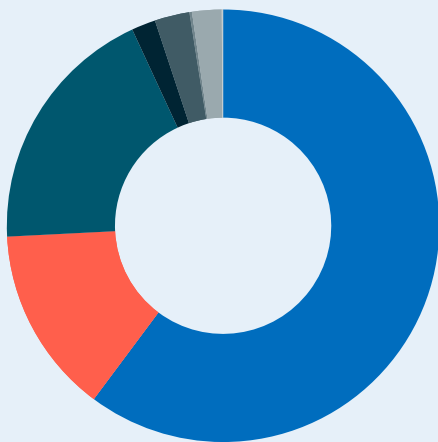
Entscheidend ist daher, dass der Aufbau einer CO₂-Transportinfrastruktur und der Markthochlauf von Negativemissionstechnologien integriert geplant werden: mit klarer Ausrichtung auf die vorgesehenen Nutzungsprofile, verlässlichen Finanzierungsmechanismen für Pipelinekapazitäten sowie einem kohärenten Zusammenspiel mit multimodalen Transportoptionen ([siehe Kapitel 7](#)).

Dafür ist eine geographische Bestandsaufnahme, die Bewertung der Plausibilität der Abscheidung an der Punktquelle und der konkreten Transportnetz-Anschlusswahrscheinlichkeit der Anlagen notwendig. Im Fokus müssen bei Berücksichtigung der Biomassehierarchie Anlagen stehen, die Rest- und Abfallbiomasse nutzen, um Energie und/oder Chemikalien herzustellen. Diese gelten im Vergleich zu anderen Verfahren in Bezug auf das Spannungsfeld zwischen dem Erhalt und Ausbau natürlicher Senken und der Ausschöpfung des Potenzials von Negativemissionen als „low-risk“, da die Biomasse im Idealfall keinen weiteren Kaskadennutzen hat. Diese Anwendungen sollten daher auch im Fokus der Förderung stehen ([Bellona und Zentrum Liberale Moderne 2026](#)).

CCS in Dänemark – Biomasse zur Förderung des CCS-Hochlaufs?

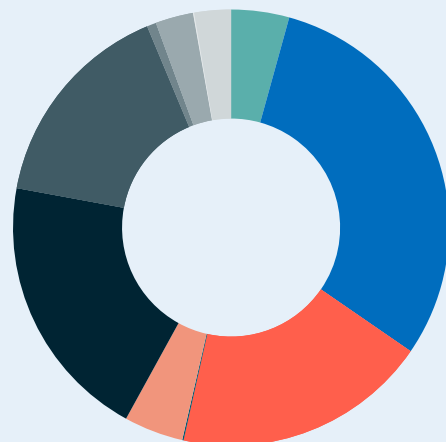
Mit der Roadmap zu Speicherung, Transport, Abscheidung und Nutzung von CO₂ legte die dänische Regierung 2021 eine umfangreiche Strategie für die CCS-Wertschöpfungskette vor, die stark auf verschiedene Anwendungen im Bereich des Bio-CCS abhebt. Die Strategie sieht vor, mittels dreier Förderfonds den Einsatz von CCS in Dänemark zu unterstützen. Dafür wurden verschiedene Finanzierungsfonds entwickelt: Der CCUS-Fonds ist ein technologieneutraler Fonds, dessen erste Ausschreibung 2023 an Ørsted Bioenergy & Thermal Power A/S verliehen wurde, um ein Abscheidungsvolumen von 0,4 Mt CO₂ im Jahr zu realisieren. Der NECCS-Fonds unterstützt ausschließlich die Abscheidung und Speicherung von biogenem CO₂. Der Fonds förderte dafür drei Projekte, die gemeinsam eine jährliche CO₂-Speicherkapazität von etwa 0,16 Mt CO₂ aufweisen. Weitere Ausschreibungsrunden sind nicht vorgesehen (Danish Energy Agency 2026). Die dänische Regierung setzt somit stark auf BECCS.

Stromproduktion in Dänemark



Wind: 60,2%	Gas: 2,6 %
Solar: 14 %	Öl: 0,2 %
Biokraftstoffe: 18,9 %	fossile Brennstoffe: 2,2 %
Kohle: 1,8 %	Nicht spezifiziert: 0,1 %

Stromproduktion in Deutschland



Wasserkraft: 4,3 %	Kohle: 19,9 %
Wind: 30,3 %	Gas: 15,8 %
Solar: 18,9 %	Öl: 0,7 %
Geothermie: 0,1%	fossile Brennstoffe: 2,8 %
Biokraftstoffe: 18,9 %	sonstige: 0,1 %
	Netto-Import: 2,7 %

Abbildung 1 und 2: Energieträger für die Stromproduktion in Dänemark und Deutschland in Prozent der letzten 12 Monate (Stand: Juli 2026). Eigene Darstellung basierend auf (lowcarbonpower.org 2026).

Diese Vorgehensweise wird im deutschen Diskurs gelegentlich als vorbildlich für den Hochlauf von Negativemissionen erachtet. Diese Sichtweise berücksichtigt aber nicht, dass sich die Emissionsstrukturen Dänemarks grundsätzlich von denen Deutschlands unterscheiden und dadurch zwangsläufig auch der Ausbau von CCS anders gestaltet werden muss. Beispielsweise sind die Emissionen des dänischen Industriesektors von lediglich drei großen Emittenten – einem Zementwerk und zwei Raffinerien – dominiert. Allein das Zementwerk Aalborg Portland macht zwei Drittel der zur Anwendung von CCS geeigneten Emissionen des gesamten Industriesektors aus. Das größte Potenzial für CCS in Dänemark wird dem Strom- und Fernwärmesektor zugeordnet, in welchem lediglich ca. 10% der Emissionen fossilen Ursprungs sind (Energistyrelsen 2023). Der Grund für den starken Durchdringung des Sektors mit biomasseverarbeitenden Anlagen ist, dass die zur Wärme- und Stromerzeugung genutzte Biomasse in Dänemark von Energie- und CO₂-Steuern befreit ist. Dadurch ist die Energieproduktion durch die Verbrennung fester Biomasse – hauptsächlich importiertes Holz – zwischen 1990 und 2018 um 275% gestiegen (NOAH 2026).

Der Anteil von Biomassekraftwerken auf dem Energiemarkt Deutschlands ist dagegen im Vergleich zu Dänemark gering, wodurch sich auch ein kleineres BECCS-Potenzial ergibt. Zudem sollte eine CCS-Nachrüstung großer Biomasseheizkraftwerke nur dann in Betracht gezogen werden, wenn eine vollständige Elektrifizierung der Wärme- und Stromversorgung technologisch oder ökonomisch nicht sinnvoll ist, damit die Übernutzung der Biosphäre eingeschränkt und Emissionen gleichsam effizient reduziert werden ([Bellona und Zentrum Liberale Moderne 2026](#)).

Zur unterschiedlichen Struktur des Emissionsprofils beider Staaten kommt hinzu, dass sich die geografische Verteilung der Punktquellen stark unterscheidet. Während sich die Quellen in Dänemark in fünf Cluster an der Küste einteilen lassen – wovon zwei bereits 75% des CCS-Potenzials beinhalten (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet 2021) – sind die Quellen in Deutschland um einiges gestreuter (siehe [Abb. 4](#) und [Bellona Deutschland 2026](#)). Diese Tatsache führt dazu, dass die Komplexitäten des Transportnetzaufbaus – von der Planung bis zur Finanzierung – eine wesentlichere Rolle als in Dänemark spielen.

Insgesamt hat damit der Vergleich der den CCS-Strategien zugrunde liegenden Emissionsprofile, sowohl allgemein, als auch spezifisch im Hinblick auf BECCS, zwischen Dänemark und Deutschland nur einen begrenzten Aussagewert, da sich die Rahmenbedingungen der jeweiligen Dekarbonisierungspolitiken stark unterscheiden. Deutschland kann für den Hochlauf von (Bio-)CCS daher nicht in gleichem Maße wie Dänemark auf Biomasse setzen.

4. Wie wurden die Potenziale evaluiert?

Um zu untersuchen, welche Rolle Bio-CCS-Anwendungen beim Aufbau des CO₂-Transportnetzes spielen können, wurden Daten zu Punktquellen mit zumindest anteilig biogenem Ursprung erhoben und geografisch dargestellt (siehe [Abb. 4](#)). Grundlage der Darstellung ist ein Datenauszug aus der proprietären [CaptureMap von Endrava](#) vom 08.05.2026.⁸ Enthalten sind die Emissionen aus der thermischen Abfallbehandlung sowie der Verbrennung gefährlicher Abfälle, der Zellstoffproduktion, der Papier- und Kartonherstellung und aus Biomasseheizkraftwerken.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass auch in industriellen Prozessen wie der Zement- und Kalkherstellung durch den Einsatz biogener Brennstoffe Bio-CCS-Anteile an Anlagen generiert werden können, die ohnehin mit CO₂-Abscheidung nachgerüstet bzw. neu ausgerüstet werden sollten. Diese Potenziale werden in der vorliegenden Analyse nicht systematisch quantifiziert, weil es sich – bezogen auf die Zusammensetzung des Stoffstroms – mehrheitlich um Prozessemissionen fossilen Ursprungs handelt.⁹ Diese Emissionen sind aber für eine Gesamtschau der möglichen Bio-CCS-Beiträge zur Generierung von Negativemissionen von Bedeutung.

Ergänzend zu dem Endrava-Datensatz wurden Standortdaten der Bioethanol- und Biomethananlagen des Bundesverbands der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V. (2026) und der European Biogas Association (2020) verwendet. Die Emissionsdaten der Bioethanol- und Biomethananlagen wurden vom Fraunhofer ISI berechnet und Bellona Deutschland für dieses Papier zur Verfügung gestellt.¹⁰

Die untersuchten Emissionswerte beziehen sich auf die gesamten Emissionen (fossiler und nicht-fossiler Anteil) der Anlagen. Das Abscheidepotenzial an den hier untersuchten Punktquellen übersetzt sich daher

8 Die Emissionsdaten Endravas stammen größtenteils aus dem Jahr 2024 und basieren je nach Verfügbarkeit auf Angaben der Anlagenbetreiber im Pollutant Release and Transfer Register (PRTR), dem ETS oder Schätzungen Endravas mittels Angaben über Müllverbrennungskapazität der Anlagen.

9 Zum differenzierten Wert eines Einsatzes von CCS in diesen Industrien gibt die [CCS Ladder](#) von E3G und Bellona Auskunft.

10 Für diese Unterstützung bedanken wir uns bei Luna Lütz vom Fraunhofer ISI.

nicht direkt in Negativemissionen. Dennoch ist eine möglichst vollständige Abscheidung an den CO₂-Quellen sinnvoll: Die Effizienz der Abscheidung an großen Punktquellen sollte auf der Anlagenebene dazu führen, dass stets so viel CO₂ wie möglich abgeschieden werden sollte, unabhängig davon, ob es biogenen oder fossilen Ursprungs ist.¹¹ Ferner können sich die an der Anlage tatsächlich abscheidbaren CO₂-Mengen von den für dieses Papier angenommenen Volumina unterscheiden, beispielsweise, weil keine Prüfung der technisch realistischerweise erreichbaren Abscheideraten vorgenommen werden konnte.

Da die Emissionsmengen der analysierten Punktquellen auf öffentlich zugänglichen Daten basieren, kann nicht gewährleistet werden, dass die Liste erschöpfend und in allen Fällen aktuell ist.¹² Beispielsweise nutzt Endrava für die Schätzung der Emissionen aus der Papier- und Zellstoffproduktion vorwiegend Daten aus dem EU-ETS. Biogene Emissionen werden im EU-ETS zwar erfasst und berichtet, sind aber in der Regel nicht zertifizierungspflichtig. Sie werden daher in der ETS-Bilanz häufig mit null angesetzt, sofern die biogene Einstufung und die erforderlichen Nachhaltigkeitsnachweise vorliegen, weshalb diese Emissionen im verwendeten Datensatz nicht abgebildet sind. Andere Emissionen der Anlagen, wie zum Beispiel solche von Hilfsbrennstoffen, der Stromerzeugung, Prozessenergie und Transport sind in den Emissionshandelsrichtlinien enthalten.

Aufgrund der Limitationen der Datengrundlage, die auf mehreren Datenbanken mit jeweils unterschiedlichen Bilanzierungsregeln und Aktualisierungsständen basieren, kann die reale Größe der analysierten Punktquellen als individuelle Anlagen kleiner oder größer sein. Mit der Methodik dieses Papiers werden insofern lediglich heuristische Potenziale zur Plausibilität einer Nutzung der Punktquelle zur Erzeugung von Negativemissionen beschrieben.

5. Welche realistischen Potenziale bestehen?

Die Emissionen der 452 betrachteten Anlagen betragen insgesamt ca. 39 Mt CO₂. Demgegenüber schätzt eine Studie, welche das BECCS-Potenzial für Deutschland basierend auf Biomasseflüssen im Bioenergiesystem berechnet hat, dass ca. 150 Mt CO₂ biogenen Ursprungs/Jahr in das Bioenergiesystem eingespeist werden. Davon stammen knapp 50 Mt CO₂ aus biogenen Abfällen und Reststoffen (Thrän, Borchers, u. a. 2025).

Die Ergebnisse der Studie liegen weit über den Ergebnissen dieses Papiers, weil dort die Plausibilität der CCS-Nachrüstung an den Emissionsquellen nicht berücksichtigt wurde. So liefert Biomasse in Form von Festbrennstoffen zwar 72,5 Mt CO₂/Jahr in das Bioenergiesystem, wird jedoch vorwiegend in sehr kleinen Anlagen (z. B. Kaminöfen in Einfamilienhäusern) eingesetzt, welche nicht zur CO₂-Abscheidung geeignet sind. Flüssige Energieträger werden vorwiegend in Fahrzeugen genutzt, weshalb in diesem Fall allenfalls bei bestimmten Prozessschritten zur Produktion der Biokraftstoffe eine Anwendung von CCS möglich ist. Das Potenzial von BECCS im deutschen Bioenergiesystem verringert sich auf ca. 28 bis 39 Mt CO₂/Jahr, wenn nur noch biogene Abfälle und Reststoffe als Biomassequellen genutzt und die CO₂-Abscheidung bei der Bereitstellung von Biogas und Biokraftstoffen sowie der Nutzung von Festbrennstoffen in Großanlagen und Biokohle berücksichtigt werden (Thrän et al. 2025). Diese Betrachtung auf Basis der Stoffflüsse deckt sich weitgehend mit der Einschätzung dieses Papiers, dass in Deutschland jährlich ca. 25,5 Mt CO₂ biogenen Ursprungs anfallen.¹³

11 Dies hat Implikationen für die Gestaltung des Finanzierungs- und Förderrahmens, der stets eine möglichst hohe Abscheiderate anreizen sollte – auch bei gemischten Stoffströmen mit CO₂ fossilen und biogenen Ursprungs. Mehr dazu im Verlauf dieses Papiers.

12 Die dem Papier zugrundeliegenden öffentlichen Datenbanken können ggf. nicht aktuell sein, da unterschiedliche Aktualisierungszeiträume und -methodiken unterschiedliche Aktualisierungsstände zeitigen. Ferner fallen in einigen Datenbanken aufgrund von Bilanzierungsunterschieden und Systemgrenzen teils Anlagen aus der Datengrundlage oder es werden nicht alle Emissionen einer individuellen Anlage erfasst.

13 Diese Schätzung erfolgt auf Basis des in Tabelle 1 angegebenen biogenen Anteils der Emissionen. Die Mittelwerte der angegebenen Spannweite wurden mit den Emissionen aller Anlagen multipliziert und zu einer Gesamtsumme addiert.

Wesentliche CO₂-Ströme im deutschen Bioenergiesystem im Jahr 2021 in Mt CO₂/Jahr.

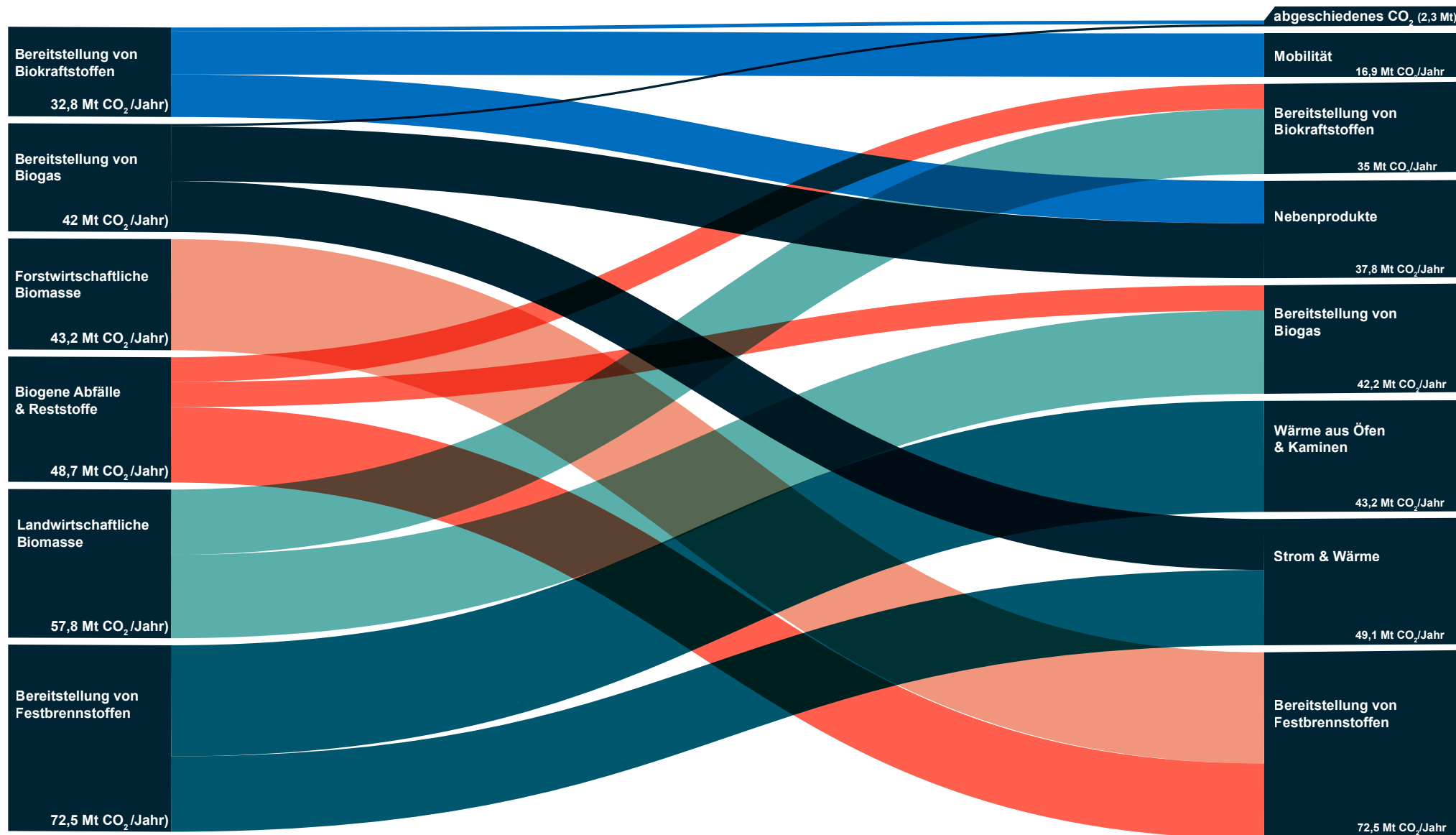


Abb. 3: Eigene Darstellung, basierend auf Thrän et al. (2025), Seite 8.

	Biogener Anteil der Emissionen	Anzahl Anlagen	Emissionen aller Anlagen [Mt CO ₂ /Jahr]	Durchschnittliche Emissionen pro Anlage [Mt CO ₂ /Jahr]	Kleinste Anlage [Mt CO ₂ /Jahr]	Größte Anlage [Mt CO ₂ /Jahr]
Biomasseheizkraftwerke	90-100%	21	2,7	0,13	0,0000038	0,313
Biomethan	99%	241	1,57	0,007	0,000056	0,062
Verbrennung gefährlicher Abfälle	0-99%	28	4,67	0,17	0,012	0,47
Papierproduktion	85-99%	60	6,76	0,11	0,007	0,44
Zellstoffproduktion	60-90%	4	2,25	0,56	0,049	1,88
thermische Abfallbehandlung	40-60%	88	20,94	0,24	0,028	0,69
Bioethanol	97-99%	10	0,792	0,07	0,003	0,303
Total		452	39,682			

Tabelle 1: Übersicht über den biogenen Anteil der Emissionen, der Anzahl der Anlagen, deren kumulierte Emissionen, der durchschnittlichen Anlagengröße, kleinsten und größten Anlage je nach Aktivität. Die Angaben umfassen die biogenen und fossilen Anteile der Emissionen. Eigene Berechnungen basierend auf Datensätzen aus Endrivas CaptureMap, dem Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V. (2026) und der European Biogas Association (2020).

Im Vergleich dazu betragen die Emissionen aus sogenannten „hard to abate“-Branchen (mindestens Zement, Kalk, thermische Abfallverwertung) in Deutschland ca. 47,44 Mt CO₂/Jahr (Bellona Deutschland 2026). Ohne die Müllverbrennung doppelt zu zählen, liegt das Potenzial der CCS-Anwendungen in Deutschland somit bei ca. 60,73 Mt CO₂/Jahr. Bei der Betrachtung ähnlicher Anwendungen schätzt das Fraunhofer CINES ein Potenzial von insgesamt ca. 52,4 Mt CO₂/Jahr, wovon 25,9 Mt CO₂ biogenen Ursprungs sind (Fleiter u. a. 2026).

Das größte Potenzial weist, bedingt durch die hohe Zahl von Anlagen und die Größe der Punktquelle, die thermische Abfallbehandlung mit 20,94 Mt CO₂/Jahr auf. Nach der Zellstoffindustrie haben diese Anlagen mit 0,24 Mt CO₂/Jahr auch die größten durchschnittlichen Emissionen je Anlagen. Die hohen Emissionen der Zellstoffindustrie sind vor allem durch eine einzelne sehr große Anlage mit 1,88 Mt CO₂/Jahr bedingt. Geringere durchschnittliche Emissionen weisen Biomasseheizkraftwerke und Papierproduzenten auf, wobei Emissionen von über 10.000 t CO₂/Jahr für dieses Papier als Mindestemissionsmengen festgelegt wurden, damit eine Carbon Capture-Installation aus technischen und ökonomischen Gründen überhaupt in Frage kommt. Die zehn bestehenden Bioethanolanlagen haben mit einer Spanne von 0,003 Mt CO₂/Jahr bis 0,303 Mt CO₂/Jahr durchschnittlich Emissionen von 0,07 Mt CO₂/Jahr und liegen somit teils unter dem Grenzwert für eine plausibel Implementation von Carbon Capture – bei wenigen Anlagen könnte ein Capturing-Prozess jedoch in Frage kommen. Die kumulierten Emissionen aus der Bioethanolproduktion betragen 0,779 Mt CO₂/Jahr und sind damit in Deutschland im Vergleich zu anderen Bio-CCS-Optionen gering.

Die rund 8700 Biogas- und 240 Biomethananlagen in Deutschland produzieren ca. 29 Mt CO₂/Jahr (Thrän, Adetona, u. a. 2025). Davon verwenden 142 Anlagen über 90% Siedlungsabfall und weitere 150 sind Co-Vergärungsanlagen mit einem Substrateinsatz von weniger als 90% Bioabfall, einschließlich der Anlagen, die agroindustrielle Reststoffe verwerten (Thrän, Adetona, u. a. 2025). Trotz der geringen Anzahl bioabfallvergärender Anlagen, haben diese in der Regel eine höhere durchschnittliche installierte Leistung als die restlichen Anlagen (Thrän, Adetona, u. a. 2025). Dennoch stammen 75% der Biogas-Einsatzstoffe aus Energiepflanzen. Biogas wird hauptsächlich in kleinen bis mittelgroßen Anlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben erzeugt. Das CO₂-Abscheidepotenzial in den bestehenden Biogasanlagen ist durch die geringe CO₂-Konzentration in den bei der Verbrennung von Biogas entstehenden Abgase und der kleinen Anlagen-

größe begrenzt, sodass eine Carbon Capture-Nachrüstung nur wenig plausibel erscheint. Zur Aufbereitung von Biogas zu Biomethan und anschließender CO₂-Abscheidung eignen sich nur größere Anlagen, welche sich vorwiegend in Nord- und Ostdeutschland befinden.

Zusätzlich zur Größe der Punktquellen wurde ihre geografische Lage untersucht und in Abbildung 4 dargestellt. Insgesamt sind die Punktquellen über das ganze Bundesgebiet gestreut, wobei gewisse Cluster – wie z. B. in NRW – erkennbar sind. Auffällig ist, dass Biomethananlagen sich tendenziell abgelegen von anderen Quellen und großen Siedlungsgebieten befinden, wodurch der Anschluss an das CO₂-Netz schwieriger wird.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der untenstehenden Tabelle 2 zusammengefasst. Betrachtet wird dabei der Durchschnitt der jeweiligen Anwendungen bzw. Anlagenkategorien. Im Einzelfall können daher die Anschlussplausibilität einer Anlage, die Eignung der Punktquelle für die CO₂-Abscheidung wie auch die Möglichkeit alternativer Verwendung deutlich von der vorgenommenen Verallgemeinerung abweichen.

Anwendung	Abfallbiomasse / Ausschluss besserer Alternativverwertung ¹⁴	Mitigationspotenzial / Gesamtmenge Sektor Negativemissionspotenzial ¹⁵	Eignung Punktquelle / technische Abscheidbarkeit ¹⁶	Nähe der Anlagen zu Netzverlaufsplänen / Anschlussplausibilität ¹⁷
TAB Siedlungsabfall	+	++	++	+
TAB Sondermüll	++	+	++	+
Papier / Zellstoff / Pappe	+	+	+	0
Biomethan	0	0	+	-
Bioethanol	-	-	+	0
Biomassekraftwerke	-	0	+	0

Tabelle 2: Heuristische Einschätzung der Potenziale der Bio-CCS-Anwendungen in Deutschland; Bewertungsskala von (++) bis (--); Bewertung des Durchschnitts des Anlagentyps – bei der Bewertung der Einzelanlage sind erhebliche Abweichungen möglich.

- 14 Bewertet wird, ob es sich um Rest- oder Abfallstoffe handelt, deren Nutzung für Bio-CCS nur dann nachhaltig ist, wenn keine höherwertige stoffliche oder energetische Alternativverwertung verdrängt wird.
- 15 Bewertet wird die in einem Sektor oder Anwendungsfeld insgesamt verfügbare Menge an biogenem CO₂ bzw. das daraus realistisch erschließbare Potenzial an negativen Emissionen (sektorales Gesamtvolumen).
- 16 Bewertet wird, ob die Emissionsquelle als konzentrierter, kontinuierlicher und technisch gut abscheidbarer CO₂-Strom für die Umsetzung von Carbon Capture geeignet ist.
- 17 Bewertet wird, ob die räumliche Lage der Anlagen absehbar eine realistische Anbindung an geplante CO₂-Transport- und Speicherinfrastruktur erwarten lässt. Dabei wurden auch Möglichkeiten zur künftigen Clusterung von Anlagen einbezogen. Der Schwerpunkt liegt jedoch auf der Analyse des Status Quo. Grundlage für mögliche Transportkorridore sind die derzeit öffentlich verfügbaren Informationen – z. B. der aktuelle (frühe) Planungsstand des [CO₂-Netzes von OGE](#) und die [Transportnetztopologien und -szenarien des Fraunhofer ISI](#). Berücksichtigt wurden auch Transportoptionen jenseits der Pipeline, wobei jedoch keine konkrete Auslastungsprüfung von etwaigen Bahn- und Binnenschiffahrtsoptionen vorgenommen wurde. Die vorgenommenen Wertungen müssen nicht den Einschätzungen künftiger Transportanbieter übereinstimmen.

Geografische Verteilung biogener Emissionspunktquellen

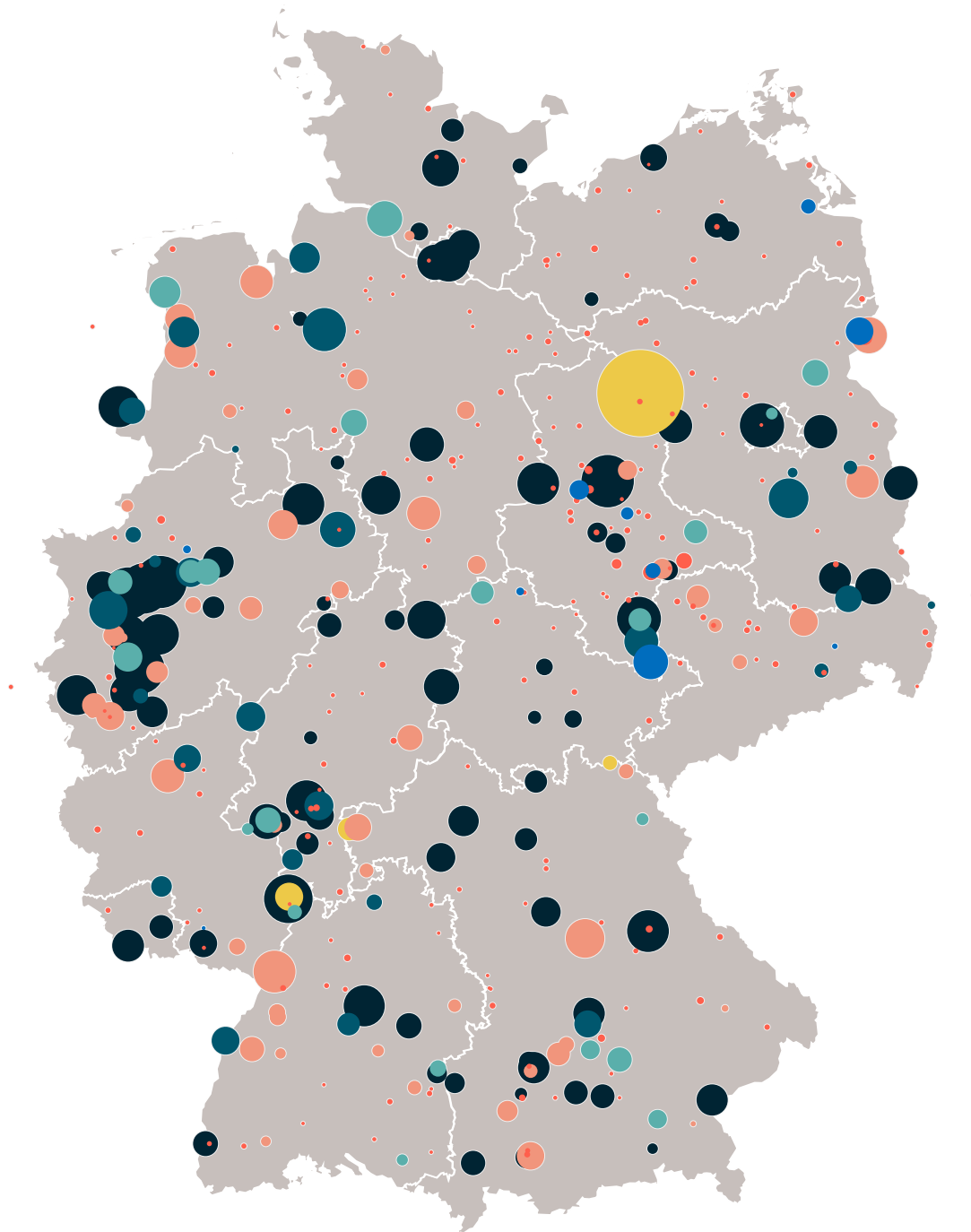
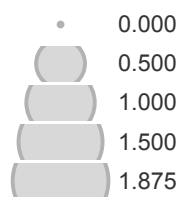


Abb. 4: Darstellung der geografischen Verteilung biogener Emissionspunktquellen nach Aktivität und Emissionsmenge. Eigene Darstellung basierend auf einem Datenauszug aus der CaptureMap von Endrava vom 08.05.2026, BDBe (2026) und EBA (2020).

Emissionen



Art Anlage

- Bioethanol
- Biomassekraftwerke / Bioenergie
- Biomethan
- Thermische Abfallbehandlung (Sondermüll)
- Papier und Pappe
- Zellstoff
- Thermische Abfallbehandlung (Siedlungsabfälle)

6. Was ist ein sinnvolles Zukunftsbild für den Anschluss von Bio-CCS-Anlagen in Deutschland?

Im Vergleich zu anderen CDR-Optionen wird der Abscheidung von CO₂ an industriellen Punktquellen ein großes, mittelfristig erschließbares Potenzial für Negativemissionen zugeschrieben. Dennoch stehen diesem Potenzial auch Zielkonflikte in Abhängigkeit von der Nachhaltigkeit der verwendeten Biomasse – z. B. mit dem Schutz der Biodiversität – und erhebliche Umsetzungshürden gegenüber. Eine der wichtigsten Hürden für die Umsetzung von Bio-CCS stellt der Zugang zur CO₂-Transport- und Speicherinfrastruktur dar. Diese Analyse hat daher untersucht, inwiefern das ursprünglich angenommene Potenzial von Bio-CCS nach einer Betrachtung der räumlichen und volumenbezogenen Profile der Punktquellen noch realisierbar ist.

Eine methodische Einschränkung ist, dass die technische Plausibilität einer Carbon Capture-Nachrüstung einzelner Anlagen nicht überprüft werden konnte. Ebenso wurde keine konkrete Planung möglicher Transportkorridore vorgenommen. Um zu konkreten Aussagen über die Anschlusswahrscheinlichkeit der Anlagen zu gelangen, müsste der Karte in Abbildung 4 eine weitere Ebene möglicher Transportkorridore hinzugefügt werden.¹⁸ Die zeitliche Ebene der Planung sollte perspektivisch durch unterschiedliche Entwicklungsszenarien sowohl von Netzausbaupfaden als auch der räumlichen Verteilung der biogenen CO₂-Quellen ergänzt werden. Dieses Papier verarbeitete aktuelle Standortdaten. Keinesfalls sollte daraus aber die Schlussfolgerung gezogen werden, dass sich dieser Anlagenbestand bis in die 2050er oder auch nur 2030er-Jahre fort schreibt – eine solche Entwicklung wäre aus den o. g. Gründen weder plausibel noch für die Realisierung des Negativemissionspotenzials wünschenswert.

Aufgrund der Limitationen der im Rahmen dieses Papiers lediglich möglichen Analyse liegt der Fokus daher auf der qualitativen Einordnung des Bio-CCS-Potenzials und daraus abgeleiteten Politik-Empfehlungen. Nachfolgend kann dennoch auf Basis dieser Analyse ein Zielbild für den räumlichen Hochlauf von Bio-CCS entwickelt werden, welches politisch-strategische Diskussionen zur Rolle CCS-basierter Negativemissionen zukünftig stärker prägen sollte.

In der Analyse aufgrund ihrer überwiegend fossilen prozessbedingten Emissionen exkludiert wurden Zement- und Kalkwerke. Dennoch verfügen auch diese Industrien bei einer hohen Abscheiderate aufgrund der Verbrennung von Ersatzbrennstoffen biogenen Ursprungs über ein begrenztes Negativemissionspotenzial – ggf. ist dieses Potenzial sogar vergleichsweise leicht bzw. kurzfristig zu realisieren, beispielsweise wenn First Mover-Projekte Förderung über Differenzverträge erhalten und damit die ersten durch das CO₂-Netz zu erschließenden Punktquellen darstellen.

Das größte Potenzial für Bio-CCS besteht aber bei der thermischen Abfallbehandlung, die ohnehin bereits jetzt bei der Planung des CO₂-Netzes berücksichtigt wird. Größe und Lage der Anlagen machen einen Anschluss für vergleichsweise viele Anlagen plausibel. Je nach Verlaufsprognose der Entwicklung der Abfallwirtschaft ist es zwar wahrscheinlich, dass viele kleinere Anlagen den Betrieb aus ökonomischen Gründen einstellen könnten. Allerdings ist auch ein Neubau größerer, auf die Anwendung von CCS in Technik und Standort optimierter Anlagen plausibel (E3G und Bellona 2026). In der thermischen Abfallbehandlung wäre es jedoch wünschenswert, wenn sich die im Zuge etwa einer Stärkung verschiedener Ansätze des Recyclings die Notwendigkeit der thermischen Abfallverwertung reduzieren würde. In Deutschland könnte sich die Anzahl der thermischen Abfallbehandlungsanlagen dadurch reduzieren – auch wenn bisher das Müllaufkommen kaum Anzeichen für eine substanzielle Reduktion aufweist. Mit einer umfangreicheren Dekarbonisierung der vorgelagerten Bereiche (Abfallvermeidung, Recycling usw.) werden bereits in Teilen bestehende Überkapazitäten bei der Verbrennung verstärkt. Konzentrationseffekte – verbunden mit ggf. einem Neubau großer Anlagen mit CCS – könnten dann die Hebung des Negativemissionspotenzials sogar erleichtern, da eine geringere Anzahl zentralisierter größerer Anlagen einen Anschluss benötigen würde.

18 Die Planung von Pipelines und weiteren Transportoptionen betrachten wir nicht als Teil unseres Aufgabenfelds. Andere Akteure und Unternehmen verfügen jedoch über die nötige Expertise, die Problemstellungen dieses Papiers weiterzuentwickeln. In Abwesenheit staatlicher Gesamtplanung kommt diesen privaten bzw. wissenschaftlichen Netzplänen und Forschungsprojekten besondere Bedeutung zu. Wir regen interessierte Akteure an, die in diesen Papier skizzierten Herausforderungen und Charakteristika biogener Punktquellen szenarienbasiert für ihre Transportnetzplanung zu ergänzen und damit auch dem entstehenden CCS-Markt die zügig benötigten Informationen zur Anschlussplausibilität der Anlagentypen zukommen zu lassen.

Die Punktquellen aus der Papier- und Zellstoffindustrie sind aufgrund ihrer Größe ebenfalls interessant – insbesondere an bestimmten Standorten, die nahe an künftigen CO₂-Transportrouten liegen.

Für die Biomethananlagen ist aufgrund der geringen Größe der Punktquellen eine Anbindung an die CO₂-Infrastruktur hingegen nur dann realistisch, wenn mehrere Anlagen in industriellen Clustern gebündelt werden oder die Standorte bereits räumlich günstig liegen. Obgleich die Biomethananlagen weit über Deutschland verstreut sind, ist perspektivisch eine Cluster- bzw. Schwerpunktbildung sinnvoll.

Am Beispiel der Biomethananlagen kann illustriert werden, wie schwierig die isolierte Diskussion dieses Bio-CCS-Anwendungsfalls nur aus der Perspektive des Netzhochlaufs ist: Neben einem möglichen CO₂-Netzanschluss muss beispielsweise mitbedacht werden, dass für die Einspeisung des Biomethans zumindest teilweise ein Gasnetz erforderlich ist. Dies muss im Kontext des anstehenden Rückbaus dieses Netzes berücksichtigt werden und prägt auch künftige Standortentscheidungen.

Anhand der Biomethananlagen wird ferner auch ein generelles Charakteristikum des Biomasseeinsatzes deutlich: Häufig sind Anlagen der Biomasseverarbeitung dezentral errichtet worden. Zumeist korreliert die geographische Lage dieser Anlagen mit dem Ressourcenaufkommen bzw. der Ressourcenverfügbarkeit oder weiteren synergetischen Faktoren. Im Kontext einer erwarteten Orientierung der Standortpolitik an „grünen“ Faktoren – beispielsweise der preisgünstigen Verfügbarkeit erneuerbarer Energie, aber auch Anschlüssen an das Wasserstoff- und CO₂-Netz – ist nicht notwendigerweise ausgemacht, dass die Ressourcenorientierung bei der Standortwahl- und Weiterentwicklung noch eine gleichbleibend große Rolle spielt.

Insgesamt ist es aufgrund teilweise großer Distanzen zu den erwarteten Haupttransportrouten und der abgelegenen Lage vieler Anlagen aber unwahrscheinlich, dass sich die Netzentwicklung primär nach der Lage der tendenziell – im Vergleich zu industriellen (fossilen, „hard to abate“-) Punktquellen – kleinen Bio-CCS-Anlagen ausrichtet. Eine Verlagerung von Standorten thermischer Abfallbehandlungs-, Biomethan- oder Bioethanolanlagen, um CCS zu ermöglichen, kommt nur eingeschränkt infrage, da diese Standorte von der Verfügbarkeit der eingesetzten Rohstoffe bestimmt werden. So befinden sich z. B. Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung oft in der Nähe von Siedlungsgebieten, da dies die Abfalllogistik und Strom- und Wärmeauskopplung erleichtert. Gleiches gilt für Biogas-, Biomethan- oder Bioethanolanlagen, deren Einsatzstoffe räumlich an landwirtschaftliche Betriebe gebunden sind. Es wäre demnach die falsche Schlussfolgerung, pauschal die Verlagerung aller Anlagen mit Negativemissionspotenzialen in die Nähe des CO₂-Netzes vorzusehen. Biomasse ist zudem – je nach Art und Struktur – nicht beliebig weit wirtschaftlich transportabel. Die durch den Transport steigenden Emissionen müssten im Lebenszyklus zudem bilanziert werden und senken auch das Negativemissionspotenzial.

Zielführender als eine deutliche Steigerung der Biomassetransportdistanz erscheint demgegenüber die Entwicklung von Regionalclustern. Beispielsweise könnte die primäre Funktion der Biomethananlagen in Nähe zum ostdeutschen Chemiedreieck weniger die Erzeugung von Negativemissionen als vielmehr die Versorgung der dortigen Industrie mit Ausgangsstoffen sein. Jenseits des Anschlusses an ein Zentralnetz ist auch die Etablierung lokaler bzw. regionaler CO₂-Netze oder die CO₂-Speicherung onshore durch kleine Punkt-zu-Punkt-Verbindungen in weit von den primären Ausbaukorridoren des deutschlandweiten CO₂-Netzes entfernten Standorten zu erwägen. Dieses Entwicklungspotenzial hängt wesentlich von Fortschritten bei der Entwicklung von [Onshore-Speichern](#) auf dem deutschen Festland ab.

Obwohl in dieser Analyse Biomasseheizkraftwerke inkludiert wurden, muss diese Form der energetischen Nutzung von Biomasse kritisch eingeordnet werden. Anlagen, die frische Biomasse verbrennen, stehen dem Ziel einer stärkeren Kaskadennutzung und Kreislaufführung entgegen und sollten zukünftig aufgegeben oder auf Rest- und Abfallbiomasse umgestellt werden. Dadurch wird insgesamt das Potenzial des Sektors reduziert, Negativemission zu erzeugen. Verbleibende Potenziale müssen vor dem Hintergrund eines künftig weitgehend dekarbonisierten Energieversorgungssystems differenziert bewertet werden. Eine CCS-Nachrüstung großer Biomasseheizkraftwerke ist nur dort zu prüfen, wo eine vollständige Elektrifizierung der Wärme- und Stromversorgung technisch oder wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Dafür braucht es standortspezifische Analysen zu alternativen Energiequellen und Nutzungspfaden für biogene Stoffströme. Die Nachhaltigkeitsbewertung der eingesetzten Rest- und Abfallbiomasse muss zudem die begrenzte nachhaltig verfügbare Holzmenge, Auswirkungen auf Waldkohlenstoffsinken, Vorkettenemissionen sowie Risiken durch falsch deklarierte oder kontaminierte Altholzfraktionen berücksichtigen.

Insgesamt erscheint die Hebung der Negativemissionspotenziale an biogenen Punktquellen daher von vielen Faktoren abhängig, die gegenwärtig noch zu unklar sind, um ein genaues Zukunftsbild zu zeichnen. Weder ist der Effekt des Finanzierungsrahmens auf die Markterschließung klar zu prognostizieren, noch ist der Ausbaupfad des CO₂-Netzes deutlich absehbar. Deutlich wird als Resultat dieses Realitätschecks allerdings: Das theoretische Negativemissionspotenzial durch Bio-CCS wird durch substantielle Restriktionen praktisch deutlich gesenkt. Das Potenzial wird vor allem durch die räumlichen weitläufige Verteilung biogener Punktquellen, ihre durchschnittlich häufig geringe Größe und die begrenzten Biomassepotenziale bei Priorisierung des Einsatzes lediglich von Rest- und Abfallbiomasse im Sinne einer Kaskadennutzen begrenzt. Gleichzeitig bleibt die Annahme richtig, dass vor allem bei der thermischen Abfallverwertung und der Papier- und Zellstoffindustrie substantielle Negativemissionspotenziale standortabhängig mittelfristig erschlossen werden können.

Wesentlich für ein räumlich informierte Diskussion des Bio-CCS-Potenzials sind demnach zwei Faktoren, die künftig stärker im Mittelpunkt der politisch-strategischen Diskussion stehen sollten (siehe auch [Kapitel 7](#)):

- a. Die Frage, wie transportabel bzw. beweglich sich die Biomasse in Relation zum CO₂-Netz zeigt oder ob Standortentscheidungen bei biomasseverarbeitende Anlagen weiterhin primär nach der räumlichen Verfügbarkeit der Biomasse getroffen werden.
- b. Die Frage, wann absehbar wird, wo und in welchem Umfang CO₂-Transportlösungen wann räumlich verfügbar werden, sodass Standortentscheidungen Aspekte des CO₂-Transports überhaupt erst berücksichtigen können.

Das letzte Kapitel dieses Papiers behandelt die politischen Stellschrauben, durch die eine Entwicklung dieses Potenzials ermöglicht und beschleunigt werden könnte.

7. Wie können die Rahmenbedingungen für Bio-CCS verbessert werden? Welche Handlungsempfehlungen resultieren aus der Analyse?

1. Die CO₂-Netzplanung muss Bio-CCS systematisch und strategisch berücksichtigen

Das Policy Paper zeigt, dass die räumliche Lage, Größe und der erwartete Fortbestand einer biogenen Punktquelle deutlich entscheidender sind als das theoretische Potenzial der Anwendungen. Werden biogene Quellen bei der Netzplanung nicht von Beginn an berücksichtigt, besteht das Risiko, dass relevante Anlagen später nur zu unverhältnismäßig hohen Kosten oder überhaupt nicht angeschlossen werden können.

Beim Aufbau des CO₂-Netzes sollte daher für jeden Netzkorridor ein **integriertes Quellenprofil** ausgewiesen werden. Dieses muss neben schwer vermeidbaren fossilen Emissionen auch eine umfassende Einschätzung der vom Korridor potenziell erfassbaren biogenen Emissionen enthalten:

- potenzielle Bio-CCS-Quellen mit ausreichender Anlagengröße
- perspektivisch erwartete CO₂-Mengen und Abscheideraten
- zeitliche Verfügbarkeit und erwartete Persistenz der Quellen
- Wahrscheinlichkeit des Fortbestands des Standorts

Die Netzplanung sollte somit nicht nur fragen, **wo heute große biogene Punktquellen vorliegen**, sondern auch, **wo in Zukunft dauerhaft speicherbare biogene CO₂-Mengen anfallen und mit vertretbarem Aufwand angeschlossen werden können**.

2. **Negativemissionen müssen bei Standortentscheidungen in biomasseverarbeitenden Sektoren berücksichtigt werden**

Bei neuen oder grundlegend modernisierten biomasseverarbeitenden Anlagen muss die **Anschlussfähigkeit an das CO₂-Netz zu einem Standortkriterium** werden. Das gilt insbesondere für Anlagen mit großen, kontinuierlichen und konzentrierten CO₂-Strömen. Eine Anlage kann technisch eine hervorragende Eignung für die CO₂-Abscheidung aufweisen, aber dennoch kein realistischer Bio-CCS-Standort sein, wenn sie außerhalb eines plausiblen Transportkorridors liegt. Die Standortentscheidung muss daher die künftige CO₂-Infrastruktur ebenso berücksichtigen wie Rohstofflogistik, Energieversorgung und Absatzmärkte.

Für Neubauten und wesentliche Erweiterungen sollte eine **CO₂-Netzanschluss- und Negativemissionsprüfung** angeregt werden. Bestandteil dieser Prüfung könnten sein:

- Entfernung zu einem bestehenden oder geplanten CO₂-Sammelkorridor
- erwartetes Jahr des möglichen Netzanschlusses
- jährlich verfügbare biogene CO₂-Menge
- Kontinuität und Reinheit des CO₂-Stroms
- Eignung für einen regionalen CO₂-Hub
- Zwischenlösung bis zur Netzverfügbarkeit
- Transportemissionen zwischen Biomassequelle und Anlage

Diese Prüfung ist entscheidend auch in **Vorbereitung künftiger Förderprogramme** zur Erzeugung von Negativemissionen: Für die öffentliche Förderung sollte sich ein Standort nur dann qualifizieren, wenn nicht nur die Abscheidung, sondern auch die spätere Transport- und Speicherroute plausibel nachgewiesen ist. Diese Prüfung kann im Rahmen von Standortentscheidungen allerdings nur dann sinnvoll durchgeführt werden, wenn Empfehlung 3 umgesetzt wird.

3. **Anschlusszeitpunkt und Ausbaupfad des CO₂-Netzes müssen konkreter ersichtlich werden**

Eine abstrakte Aussicht auf einen künftigen CO₂-Netzanschluss reicht für Investitionsentscheidungen nicht aus. Für Betreiber biomasseverarbeitender Anlagen ist entscheidend, ob ein Anschluss beispielsweise 2032 oder erst 2040 möglich ist. Zudem muss deutlicher ersichtlich werden, welche Transportoption wann im Rahmen eines multimodalen Systems verfügbar wird.

Kurzfristig ist die **zügige Bereitstellung von De-Risking-Optionen¹⁹ für die gesamte CCS-Prozesskette** von enormer Relevanz für die anstehenden Entscheidungen zur Entwicklung erster Transportkorridore, die über die bloße Planung im Sinne von Marktabfragen hinausgehen. Neben Förderinstrumenten wie Differenzverträgen ist vor allem ein **glaubwürdiges politisches Bekenntnis zum De-Risking kurzfristig entscheidend**. Es kann mit vergleichsweise geringen öffentlichen Mitteln dazu beitragen, **privatwirtschaftliche Planungsaktivitäten zu konkretisieren**.

Die Bundesregierung sollte **mittelfristig** ergänzend ein öffentliches, modular aufgebautes **Portal** einrichten, das **geplante und bestehende CO₂-Infrastruktur kartiert und für Ausbaukorridore bzw. Cluster u. a. folgende Informationen ausweist**:

- geplante Transportwege einschließlich der Optionen Pipeline, Bahn und Binnenschiff
- Projekt- und Genehmigungsstatus
- verfügbare Kapazitäten
- frühestmöglicher, realistischer und gesicherter Anschlusszeitpunkt

¹⁹ Hier ist auf die weit fortgeschrittenen Empfehlungen des Carbon Management Forums an das BMWF zu verweisen. Bellona Deutschland war an der Erarbeitung dieser Empfehlungen beteiligt. Die Empfehlungen für den Aktionsplan Carbon Management sind gegenwärtig nicht öffentlich (Stand: August 2026).

- zuständige Akteure und nächste Planungsschritte

Das Portal sollte auch die im Rahmen der KSpTG entstehenden Informationspflichten transparent verfügbar machen – soweit rechtlich möglich – zusammenführen und regelmäßig aktualisieren. Es wäre kein Ersatz für eine Netzplanung, sondern würde eine unterstützende Informationsfunktion haben, die Investitions- und Standortentscheidungen an der Schnittstelle von CO₂-Netz und Bio-CCS-Anlage erleichtern könnte.

4. Das CO₂-Netz muss kurzfristig insbesondere auf den Anschluss gemischter Quellen in Industrien mit schwer vermeidbaren bzw. Prozessemissionen ausgelegt werden

Die wirtschaftliche Tragfähigkeit des CO₂-Netzes hängt davon ab, fossile und biogene Quellen gemeinsam zu erschließen, ohne die Klimawirkung von Emissionsreduktion und Entnahme bilanziell gleichzusetzen.

Viele industrielle Punktquellen weisen gemischte CO₂-Ströme auf. Das gilt beispielsweise für Zement- und Kalkwerke mit biogenen Ersatzbrennstoffen, aber auch für die thermische Abfallbehandlung. Für die Netzauslastung ist es sinnvoll, diese Emissionen gemeinsam zu transportieren. Für die Bilanzierung muss jedoch weiterhin getrennt ausgewiesen werden, welcher Anteil Emissionsminderung und welcher Anteil Nettoentnahme darstellt. An **Punktquellen in der Industrie mit gemischten CO₂-Stoffströmen** fossilen und biogenen Ursprungs ist durch Gestaltung der Rahmenbedingungen unbedingt sicherzustellen, dass ein starker Anreiz besteht, **möglichst hohe Abscheideraten** zu erzielen. Entscheidend dafür sind die ökonomisch-regulatorischen Rahmenbedingungen in Empfehlung 5.

5. Das Negativemissionspotenzial aus Bio-CCS braucht eine eigenständige, qualitativ hochwertige Nachfrage

Ein klimawirksamer und effizienter Hochlauf von Bio-CCS setzt verlässliche Nachfrage- und Finanzierungsbedingungen voraus. Dazu muss **ökonomisch ein klimawirksamer und effizienter Hochlauf von Bio-CCS u. a. durch folgende Maßnahmen angereizt** werden²⁰:

- **Öffentliche Nachfrage stärken:** Staatliche Ankaufprogramme für CO₂-Entnahmezertifikate und verbindliche Ziele für die öffentliche Beschaffung schaffen.
- **Private Nachfrage schaffen:** Einen Compliance-Mechanismus einführen, der Unternehmen verpflichtet, eigene Entnahmen zu generieren oder Zertifikate für unvermeidbare Restemissionen zu erwerben.
- **Emissionshandel getrennt halten:** CO₂-Entnahme, insbesondere aus biomassebasierten NETs, nicht in ETS I oder ETS II integrieren, damit Minderungs- und Entnahmeanstrumente getrennt wirksam bleiben.
- **EU-Standards weiterentwickeln:** Methoden und Qualitätsstandards des CRCF verbessern und ihre Umsetzung auf EU-Ebene vorantreiben.
- **Klimaschutzverträge erweitern:** Klimaschutzverträge nicht nur für Emissionsreduktion in der Industrie, sondern auch explizit für Bio-CCS bzw. Negativemissionen öffnen.
- **Gleiches Spielfeld für Biomassenutzungen schaffen:** Wettbewerbsverzerrungen zugunsten einzelner Nutzungsformen, insbesondere der energetischen Holznutzung, abbauen und die Kaskadennutzung national stärker umsetzen.
- **Extended Producer Responsibility einführen:** Hersteller von Plastik über einen Fonds an den Kosten für Recycling, bessere Recyclingfähigkeit und die CCS-Nachrüstung thermischer Abfallbehandlungsanlagen beteiligen.
- **Abfallvermeidung finanzieren:** Die Einnahmen aus einem zu schaffenden Plastikfonds (Extended Producer Responsibility für Inverkehrbringer von Plastik) für eine Reduktion der Plastikproduktion sowie für die Finanzierung von Abscheideanlagen in der thermischen Abfallbehandlung einsetzen.

20 Ausführliche Erläuterungen sowie Politikempfehlungen für weitere Dimensionen wie bspw. Gesellschaftliche Akzeptanz und Umweltverträglichkeit sind im Papier zu den [Eckpunkten zur technischen Entnahme von biogenem Kohlenstoff](#) zu finden.

6. (Regional-)Cluster stärker in den Fokus rücken, ohne das Ziel eines möglichst flächendeckenden Netzes aus den Augen zu verlieren

Für verstreute und vergleichsweise kleine Bio-CCS-Quellen sind regionale Sammelstrukturen plausibler als ein individueller Transportnetzanschluss. Insbesondere das Potenzial der vielen kleinen Biomethananlagen kann auf diesem Wege besser gehoben werden. Die deutsche Quellenstruktur unterscheidet sich deutlich von Ländern mit wenigen großen, küstennahen Emittenten. **Daher ist ein Ansatz, bei dem jede Biomethan-, Bioethanol- oder Biomasseanlage direkt an das überregionale Netz angeschlossen wird, weder realistisch noch kosteneffizient.**

Zu erwägen ist die Prüfung **perspektivischer Möglichkeiten zur Clusterung** insbesondere von Biomethananlagen. Auch im Kontext einer drohenden „**grünen Verlagerung**“ der Anlagen ist zu prüfen, inwiefern Biomethananlagen unter welchen Bedingungen räumlich näher an das CO₂-Netz rücken könnten. Ergänzend sind mit Blick auf die geographische Häufung vieler Anlagen in Ostdeutschland bereits jetzt erste **regionale Cluster** erkennbar. Ihre Entwicklungsfähigkeit vor z. B. für die Versorgung der chemischen Industrie mit dem Rohstoff CO₂, kann auch jenseits eines Anschlusses an das Transportnetz geprüft werden.

Gleichzeitig sollte das Ziel eines möglichst flächendeckenden Aufbaus des CO₂-Netzes nicht aus den Augen verloren werden. Der **CO₂-Netzanschluss** ist für viele Betriebe in Ost- und Süddeutschland eine wichtige **transformationspolitische Voraussetzungen von Dekarbonisierungspolitik**.

Ausgehend von der Beschreibung des möglichen Zukunftsbildes für Bio-CCS in Kapitel 6 sollte die Bundesregierung bestehende Strategieprozesse um den Aktionsplan Carbon Management und die Langfriststrategie Negativemissionen um einen Planungsprozess bzw. eine Studienbeauftragung zu folgenden Aspekten erweitern²¹:

Die Studie sollte untersuchen, unter welchen Bedingungen biomasseverarbeitende Anlagen künftig netzorientiert geplant oder betrieben werden können. Im Mittelpunkt steht die Schnittstelle zwischen der räumlichen Verfügbarkeit nachhaltiger Biomasse und der zeitlichen sowie räumlichen Entwicklung der CO₂-Transportinfrastruktur.

Dabei sollte untersucht werden, ob verfügbare Biomasse in den Regionen ausreichend transportabel ist, um Anlagen stärker in Richtung geplanter CO₂-Korridore zu verlagern, oder ob weiterhin die Biomasseverfügbarkeit das dominante Standortkriterium bleibt.

Als **Kernergebnis** dieses Policy Papers ist demnach festzuhalten:

Im Fokus des CO₂-Netzaufbaus sollten jene biogenen CO₂-Quellen stehen, die auf Basis nachhaltiger Biomasse, ausreichender Anlagengröße bzw. räumlicher Bündelbarkeit und einer ermittelbaren Transportnetzanschlussplausibilität nachweisbar zur dauerhaften Nettoentnahme von CO₂ aus der Atmosphäre beitragen können.

21 Zudem ist weiterhin die Entwicklung einer umfassenden Biomassestrategie erforderlich.

Literaturverzeichnis

- Ahamer, Gilbert. 2022. „Why Biomass Fuels Are Principally Not Carbon Neutral“. *Energies* (Graz, Austria) 15 (24): 9619. <https://doi.org/10.3390/en15249619>.
- BDBe. 2026. „Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V. – Hersteller“. Juli 20. <https://www.bdbe.de/bioethanol/hersteller>.
- Bellona Deutschland. 2026. *Geologische Speicherung von CO₂: Offshore oder Onshore? Policy Paper*. Berlin. <https://de.bellona.org/publication/ccs-offshore-oder-onshore/>.
- Bellona, und Zentrum Liberale Moderne. 2026. *Eckpunkte zur technischen Entnahme von biogenem Kohlenstoff*. Zentrum Liberale Moderne. https://network.bellona.org/content/uploads/sites/5/2026/01/Lib-Mod_Bellona_PP_Bio-CCS.pdf.
- Bodirsky, Benjamin Leon, Erik Gawel, Jens Hartmann, u. a. 2025. *Potenziale und Risiken der landbasierten CO₂-Entnahme in Deutschland: was wir jetzt wissen – und was zu tun ist*. Oktober 6. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.17277505>.
- Danish Energy Agency. 2026. „CCS tenders and other funding for CCS development“. Juli 7. <https://ens.dk/en/supply-and-consumption/ccs-tenders-and-other-funding-ccs-development>.
- E3G, und Bellona. 2026. *Carbon Capture and Storage Ladder – Assessing the Climate Value of CCS Applications in Europe 2026 Update*. https://network.bellona.org/content/uploads/sites/5/2026/02/E3G-Bellona-Report-Carbon-Capture-Storage-Ladder_compressed.pdf.
- EBA, und GIE. 2020. „European Biomethane Map“. Juni 18. https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2025/06/GIE_EBA_BIO_2020_AO_FULL_FINAL.pdf.
- Energistyrelsen. 2023. *Punktkilder til CO₂ – potentialer for CCS og CCU 2022-opdatering*. J nr. 2021-8086. Center for Systemanalyse. <https://ens.dk/media/496/download>.
- Fan, Yee Van, Jiří Jaromír Klemes, und Chun Han Ko. 2021. „Bioenergy Carbon Emissions Footprint Considering the Biogenic Carbon and Secondary Effects“. *International Journal of Energy Research* 45 (1): 283–96. <https://doi.org/10.1002/er.5409>.
- Fleiter, Tobias, Luna Lütz, und Bernhard Klaassen. 2026. „Von CO₂-Standortdaten zu zukünftigen CO₂ Pipeline Topologien: Methoden für die Infrastrukturplanung“. Carbon Management Initiative, März 24. https://nl.gas-h2.de/Webinare/2026-03-24-Emissionsquelle_Senke/260324_2_Fleiter_Luetz_Frauenhofer.pdf.
- Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. 2021. *Køreplan for CO₂-fangst og transport – Del 2 af regeringens CCS-strategi*. ISBN 978-87-92555-18-2. https://www.ft.dk/samling/2022/almde/KEF/bilag/130/2665694.pdf?_cf_chl_f_tk=b5.XCimk76YuoKhtB7ocbljTcrSQzrSq7kbUlVfMViO-1783433139-1.0.1.1-Nf16b9GN_BTvn-Qd69xN.33ghwkhkBW1g2YAWq7NWhkE.
- lowcarbonpower.org. 2026. „Elektrizität in der Welt im Jahr 2025/2026“. Juli 15. <https://lowcarbonpower.org/de/>.
- NOAH (noah.dk). 2026. „Biomass consumption in Denmark and the hidden emissions“. Juli 7. <https://noah.dk/Biomass-consumption-in-Denmark>.
- Schenuit, Felix, und Domenik Treß. 2025. *Eine „Kurzfriststrategie Negativemissionen“: Politikoptionen für den Hochlauf von CO₂-Entnahme*. 10 (März): 8. <https://doi.org/10.18449/2025A10>.
- Searchinger, Timothy D., Liqing Peng, Daniela Russi, und Charles Canham. 2026. „Decades of Increased Emissions from Forest-Fuelled BECCS“. *Nature Sustainability*, Online-Vorab-Publikation, April 20. <https://doi.org/10.1038/s41893-026-01817-8>.
- Thrän, Daniela, Adekunbi Adetona, Malgorzata Borchers, Karl-Friedrich Cyffka, Jaqueline Daniel-Gromke, und Katja Oehmichen. 2025. „Potential Contribution of Biogas to Net Zero Energy Systems – A Comparative Study of Canada and Germany“. *Biomass and Bioenergy* 193 (Februar): 107561. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2024.107561>.

Thrän, Daniela, Malgorzata Borchers, Matthias Jordan, u. a. 2025. „The Role of BECCS in Germany: A Key to Sustainable and Permanent CO2 Removal?“ *Environmental Research Communications* 7 (9): 091010. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ae02ee>.

Vassinen, Heini, Riina Pursiainen, Anna-Elina Vilén, u. a. 2026. *Germany's potential to deploy CDR at scale and speed: Background report*. Carbon Gap, Sweco. <https://carbongap.org/wp-content/uploads/2026/02/Germany-report-0602.pdf>.

BELLONA

Über Bellona

Bellona Deutschland ist eine gemeinnützige Klima- und Umweltorganisation mit dem Fokus auf Klimaschutz in der Industrie. Wir verfolgen einen wissenschaftsbasierten und lösungsorientierten Ansatz. Zentrale Motivation unserer Arbeit ist die systemische Einordnung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen, um deren Potenziale und Mehrwerte für den Klimaschutz auszuschöpfen.

Rechtlicher Hinweis

Bellona bemüht sich sicherzustellen, dass die in diesem Bericht enthaltenen Informationen korrekt und frei von Rechten Dritter sind, übernimmt jedoch keine Gewähr oder rechtliche Verantwortung für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Interpretation oder Nützlichkeit der Informationen, die sich aus der Nutzung dieses Berichts ergeben können.

Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Namensnennung – Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz (CC BY-NC 4.0). Eine Kopie dieser Lizenz finden Sie unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>



Autor

Fabian Liss

Referent Industrielles Carbon Management

fabian@bellonadeutschland.org

+49 (0) 152 0264 8133

Unter Mitarbeit von Anna Hauggaard-Nielsen

Design & Layout

Arnbjørn Mortensen

Zitiervorschlag

Bellona Deutschland. 2026. Realitätscheck Bio-CCS: Potenziale und Herausforderungen im Kontext des CO₂-Netzaufbaus. Policy Paper. Berlin. <https://de.bellona.org/publication/realitatscheck-bio-ccs/>