



Negativemissionen: Marktdesign, Infrastruktur und Finanzierung

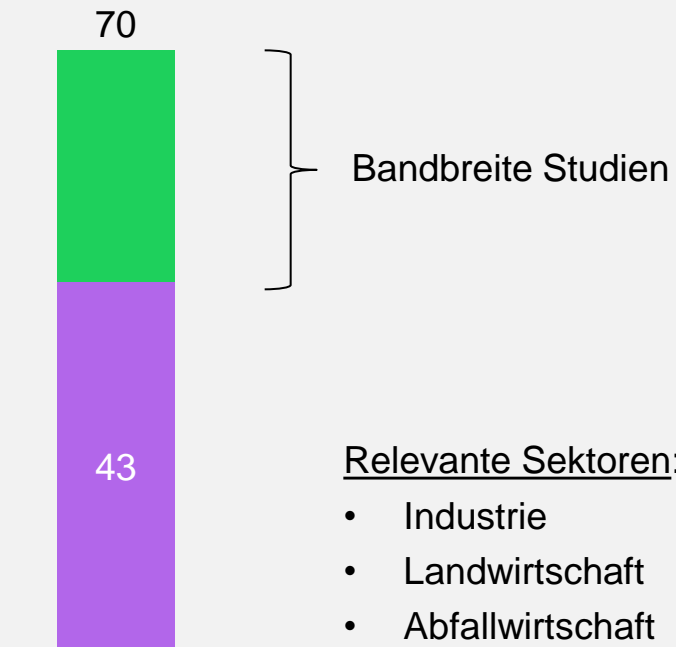
Oliver Kopp, MVV Energie AG
Energiepolitisches Online-Frühstück 25.02.2026

Wir begeistern
mit Energie.

Kostenoptimale Klimaneutralität erfordert Negativemissionen - die volkswirtschaftliche Perspektive

Bedarf Negativemissionen:

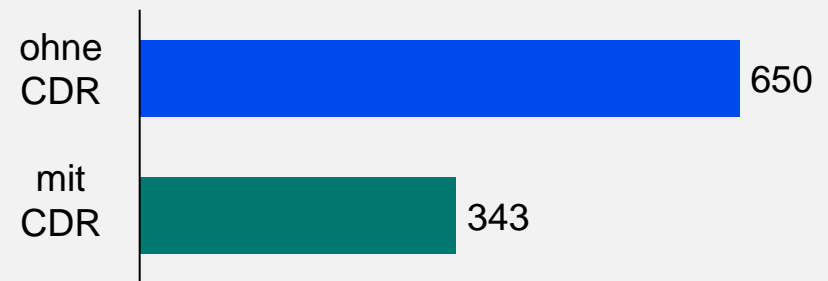
„Unvermeidbare“ Emissionen in Deutschland [Mio. t CO₂Äq]¹:



¹ Umweltbundesamt (2023): Carbon Capture and Storage - Diskussionsbeitrag zur Integration in die nationalen Klimaschutzstrategien

Kostensparnis durch Negativemissionen:

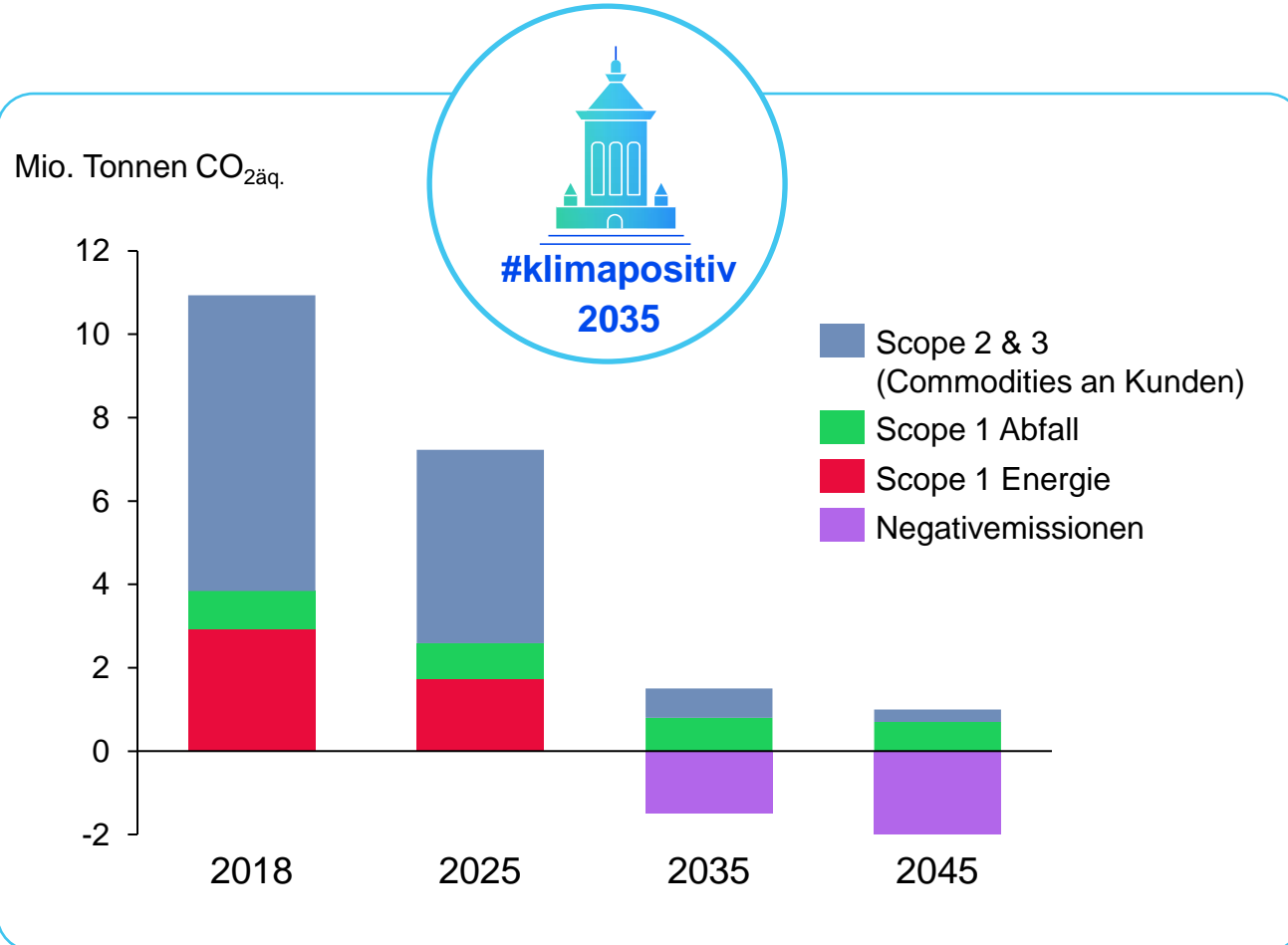
Modellierte ETS-Preise mit und ohne CO₂-Entnahme (CDR) im Jahr 2050 [EUR/t]²:



² Sultani et al. (2024): Sequencing Carbon Dioxide Removal into the EU ETS, CESifo Working Paper No. 11173



Kostenoptimale Klimaneutralität erfordert Negativemissionen - die Unternehmensperspektive



Fokus

Vermeidung von CO₂ durch Transformation

- Grüne Fernwärme (Geothermie, Flusswärmepumpe, Abwärmenutzung, Biomethan)
- Alternativen zu Erdgas
- Grünstrom, Projektentwicklung PV/Wind
- etc.




Ergänzend:

Bioenergy with Carbon Capture & Storage (BECCS)



Klimaneutraler Abfallsektor nicht ohne Negativemissionen

 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Eckpunkte der Bundesregierung für eine Carbon Management-Strategie

26. Februar 2024

Deutschland hat das Ziel, bis 2045 eines der ersten großen klimaneutralen Industrieländer zu sein. Dafür hat die Bundesregierung in den vergangenen zwei Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, etwa beim Ausbau der Erneuerbaren Energien, der Dekarbonisierung der Industrie, dem Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft, dem Ausbau der E-Mobilität, der Stärkung des Emissionshandels, der Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung und der Wärmewende im Gebäudesektor. Übergeordnetes Ziel ist die Vermeidung von Emissionen. Zentral ist und bleibt für den Klimaschutz die Dekarbonisierung, das heißt neben dem Kohleausstieg der Ausstieg aus fossilen Energien insgesamt.


Aus heutiger Sicht ist klar, dass auch das Abscheiden und Speichern und das Abscheiden und Nutzen von CO₂ (Carbon Capture and Storage – CCS und Carbon Capture and Utilization – CCU) einen Beitrag auf dem Weg zur Klimaneutralität leisten muss. Grund hierfür ist, dass Emissionen in bestimmten Bereichen nur schwer oder anderweitig nicht vermeidbar sind. In seinem neuesten Bericht geht auch der Weltklimarat (IPCC) davon aus, dass neben anderen Minderungsmaßnahmen auch CCS/CCU in emissionsintensiven Sektoren mit schwer vermeidbaren Emissionen eine notwendige Klimaschutztechnologie ist, um 1,5 Grad Temperaturerhöhung nicht zu überschreiten. Die Bundesregierung wird deshalb die Nutzung dieser Technologien ermöglichen. Die große Mehrheit wissenschaftlicher Studien zur Treibhausgasneutralität, die für den letzten Evaluierungsbericht zum Kohlendioxid-Speichergesetz (KSpG) der Bundesregierung (Bericht vom 22.12.2022, BT-Drs. 20/5145) ausgewertet wurden, kommt zu dem Schluss, dass bereits ab 2030 CO₂ in relevanten Mengen abgeschieden und gespeichert oder weitergenutzt werden muss, damit die Klimaneutralität bis 2045 erreichbar ist. Dies gilt insbesondere, aber nicht nur, für diejenigen Industrien, deren Emissionen schwer vermeidbar sind und die durch die Verteuerung der Zertifikate des Europäischen Emissionshandels zunehmend unter Kostendruck geraten – zum Beispiel die Zement- und Kalkindustrie, Bereiche der Grundstoffchemie und die Abfallverbrennung. Auch diese Branchen brauchen die Perspektive auf klimaneutrales Wirtschaften und eine gute Zukunft am Standort Deutschland.

Die Bundesregierung wird deshalb im Rahmen einer Carbon Management-Strategie die Grundlagen zur Nutzung dieser Technologien und zum Transport und der Speicherung von CO₂ schaffen. Nach einem breit angelegten Stakeholderdialog mit Vertreterinnen und Vertretern aus Zivil-

1

Eckpunkte der Carbon Management Strategie (Februar 2024):

„Der Einsatz von CCS/CCU ist Teil eines Instrumenten- und Technologiemies für die umfassende Dekarbonisierung vor allem der Industrie und der Abfallwirtschaft.“

 Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Klimaschutzprogramm 2026 – Entwurf

nach § 9 Absatz 1 Satz 1 KSG zur 21. LP

Inhalt

| | |
|---|------|
| 1. Einleitung | 8 |
| 1.1. Nationale Rahmenbedingungen – Ziele nach dem Bundes-Klimaschutzgesetz | 8 |
| 1.2. Europäischer und internationaler Rahmen | 9 |
| 1.3. Ausgangslage mit Blick auf Klimaschutzziele und Emissionstrends | 11 |
| 1.3.1. Zentrale Ergebnisse der Projektionsdaten 2025 | 11 |
| 1.3.2. Projektionen der Jahresemissionsgesamtmengen | 11 |
| 1.3.3. Projektion der Jahresemissionsmengen der Sektoren nach Anlage 2a KSG | 12 |
| 1.3.4. Effort Sharing Regulation (ESR) | 13 |
| 1.3.5. Wesentliche Ergebnisse der Prüfung der Projektionsdaten 2025 durch den Expertenrat für Klimafragen | 15 |
| 1.3.6. Fazit | 15 |
| 2. Vorgehen zur Erstellung des Klimaschutzprogramms 2026 | 1647 |
| 3. Maßnahmen des Klimaschutzprogramms | 1748 |
| 3.1. Energiewirtschaft | 1748 |
| 3.1.1. Ausgangssituation | 1748 |
| 3.1.2. Kurzübersicht Maßnahmen | 1920 |
| 3.2. Gebäude | 2223 |
| 3.2.1. Ausgangssituation | 2223 |
| 3.2.2. Kurzübersicht Maßnahmen | 2425 |
| 3.3. Industrie | 3234 |
| 3.3.1. Ausgangssituation | 3234 |
| 3.3.2. Kurzübersicht Maßnahmen | 3436 |
| 3.4. Verkehr | 3944 |
| 3.4.1. Ausgangssituation | 3944 |
| 3.4.2. Kurzübersicht Maßnahmen | 4244 |
| 3.5. Landwirtschaft | 6062 |
| 3.5.1. Ausgangssituation | 6062 |

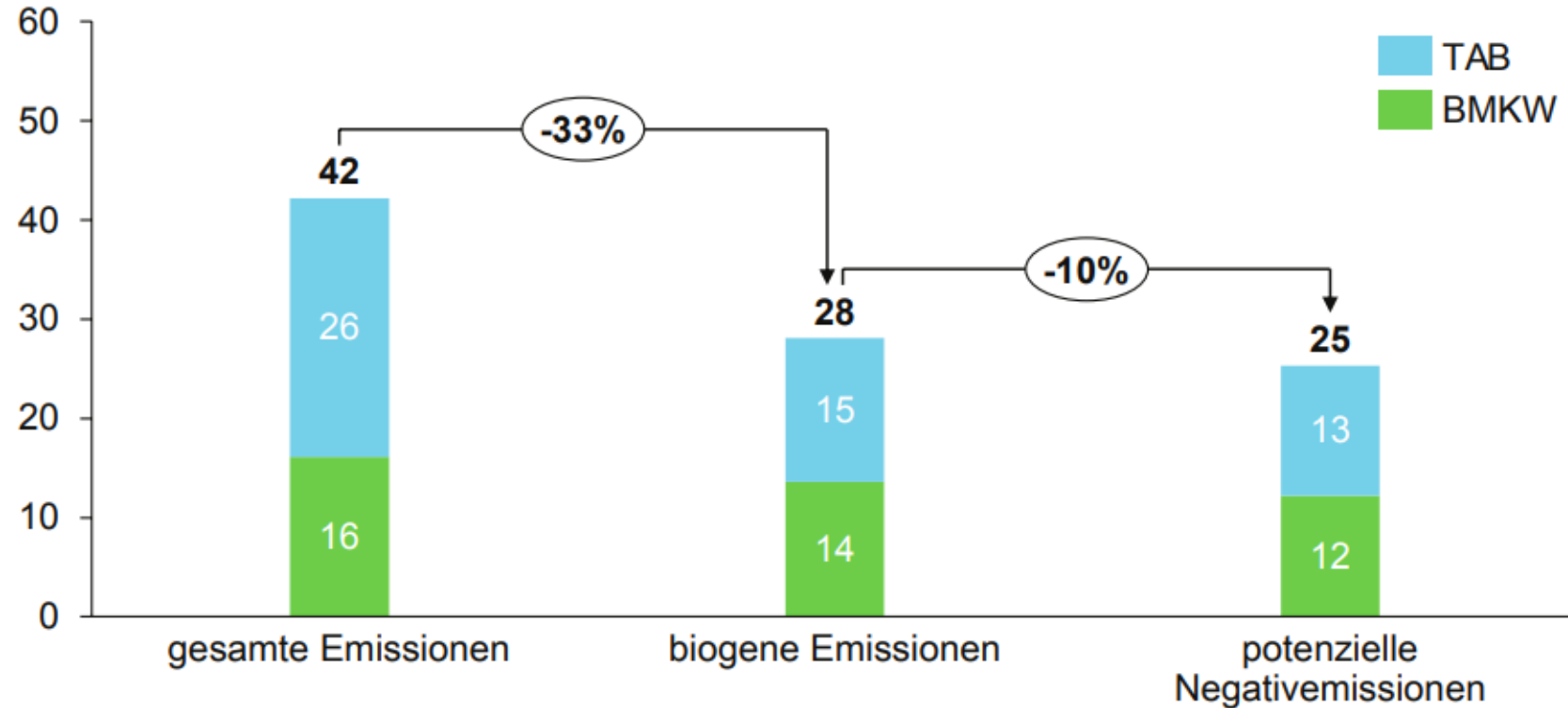
Leak Klimaschutzprogramm 2026 (Februar 2026):

„Bis zum Jahr 2040 könnten an Müllverbrennungsanlagen CO₂-Abscheideanlagen (carbon capture) mit einer Anlagenleistung von 25 Mt CO₂/a realisiert werden [...].“

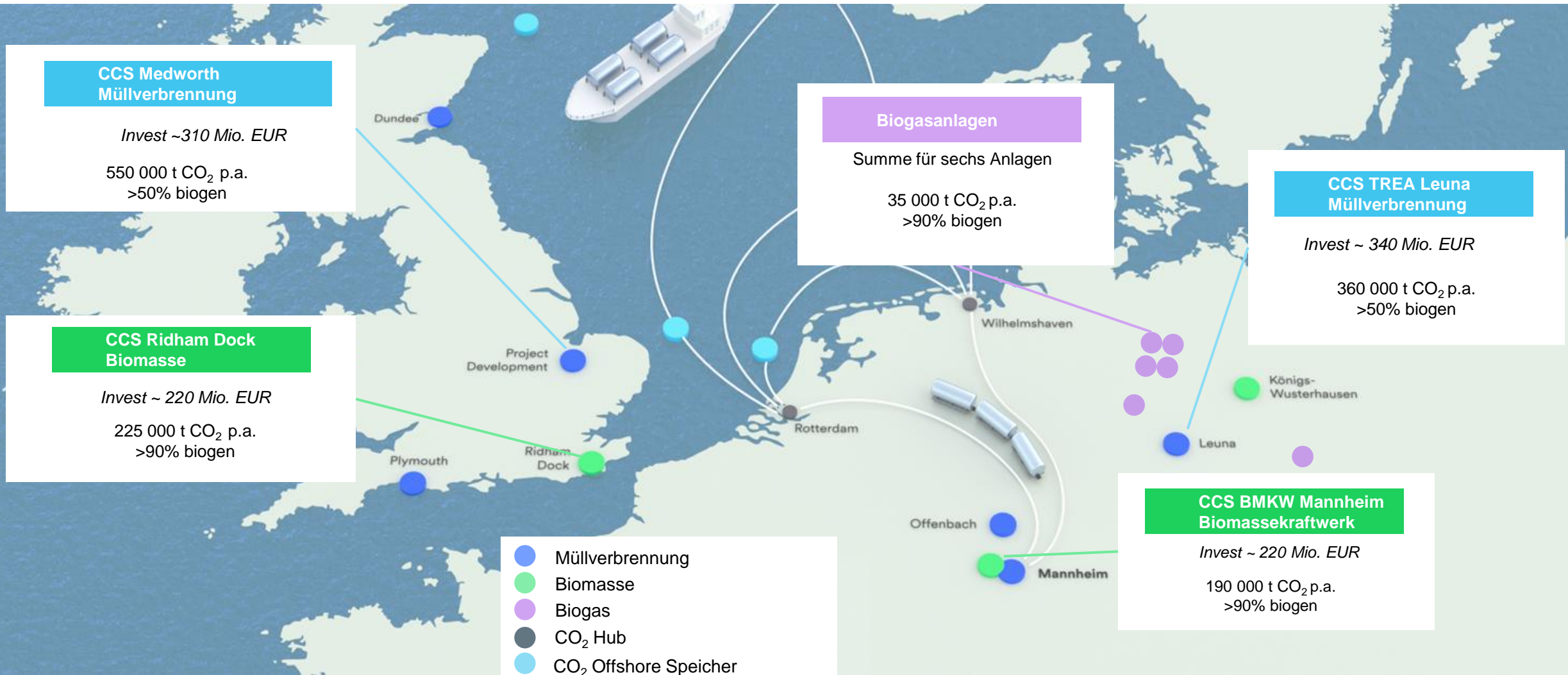


Potential Negativemissionen aus thermischer Abfallbehandlung

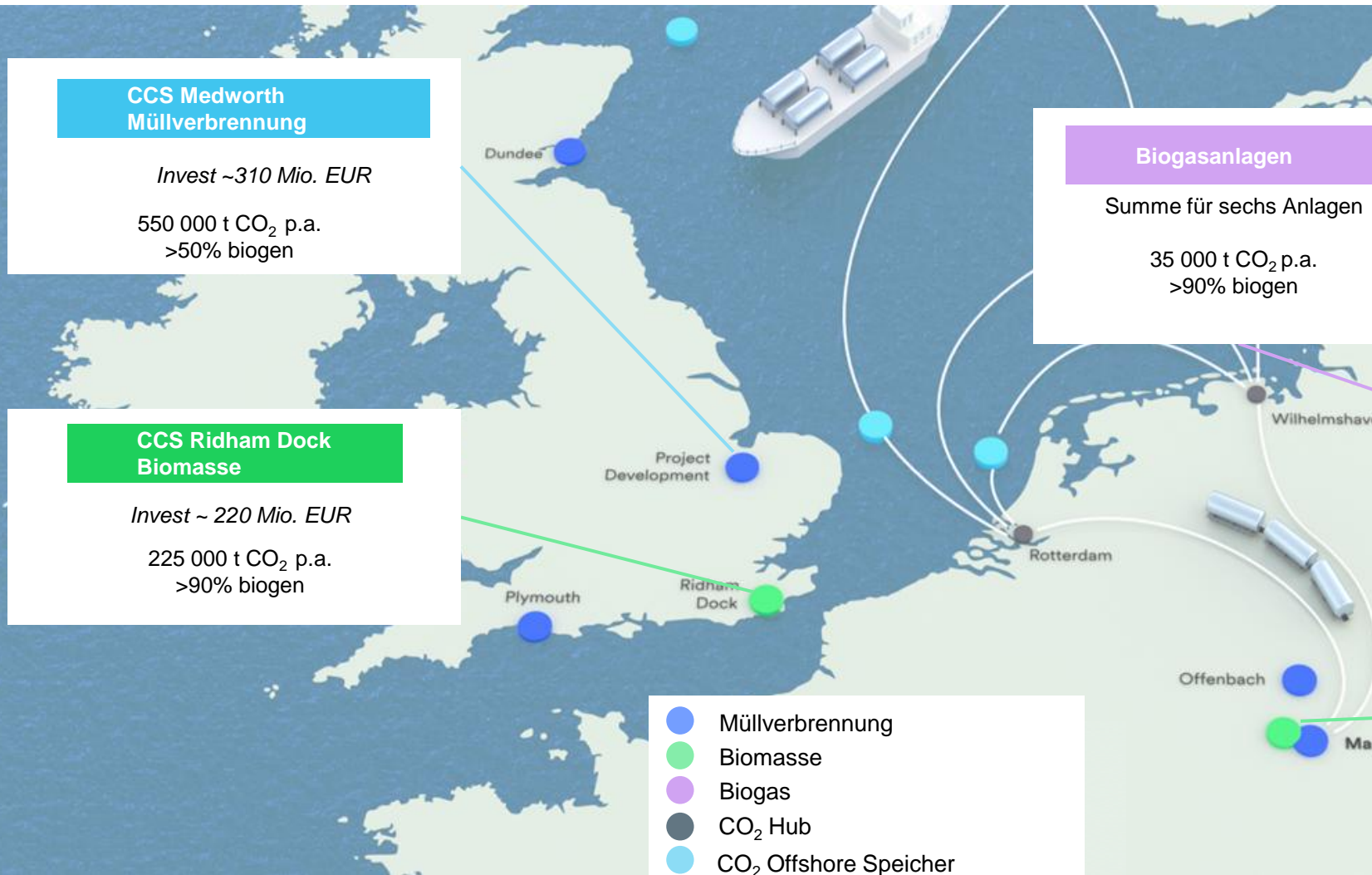
CO₂-Emissionen an Thermischen Abfallbehandlungsanlagen (TAB) und Biomassekraftwerken (BMKW)
in Mt/a | Deutschland | Status Quo



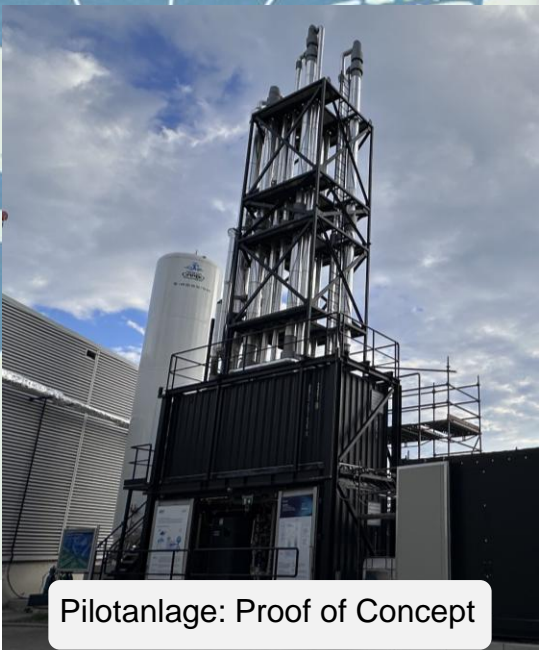
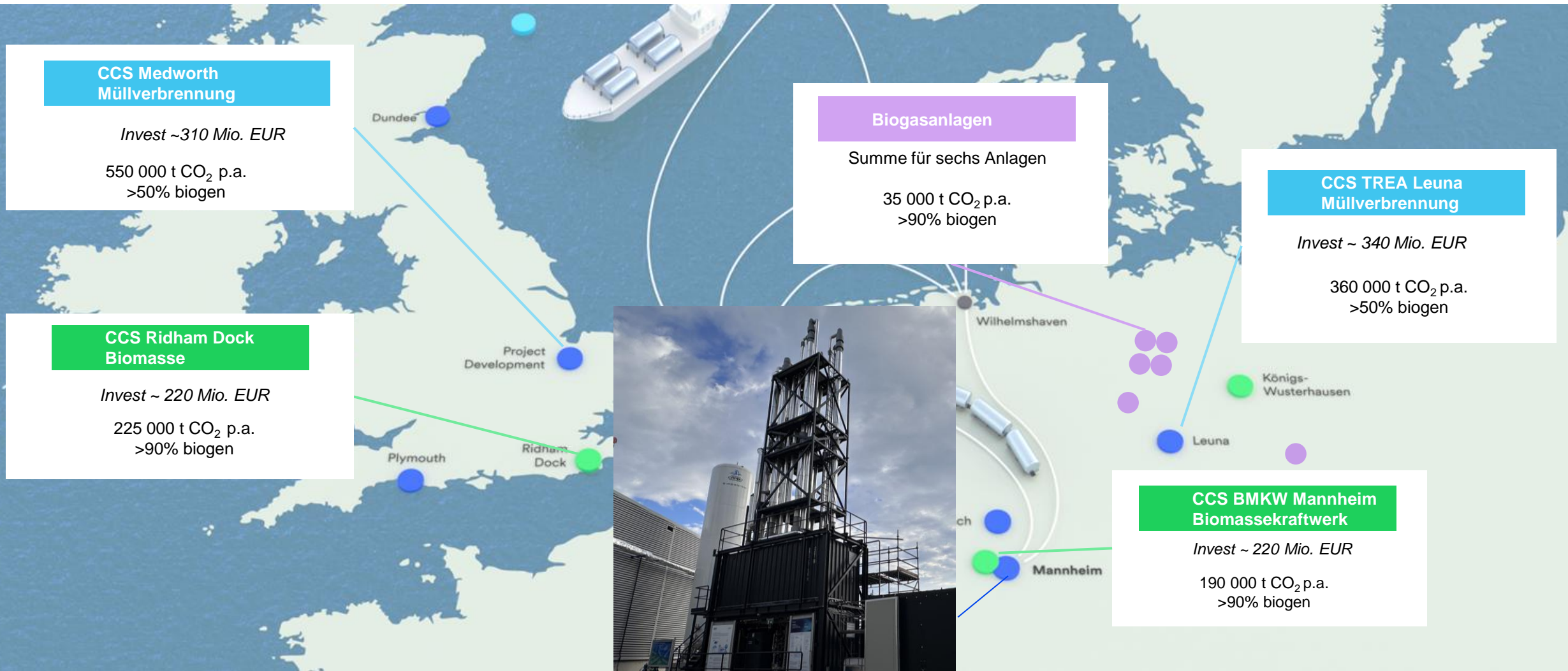
MVV: Optionen für Negativemissionen aus Abfall und Biomasse



MVV: Optionen für Negativemissionen aus Abfall und Biomasse



MVV: Optionen für Negativemissionen aus Abfall und Biomasse



Pilotanlage: Proof of Concept



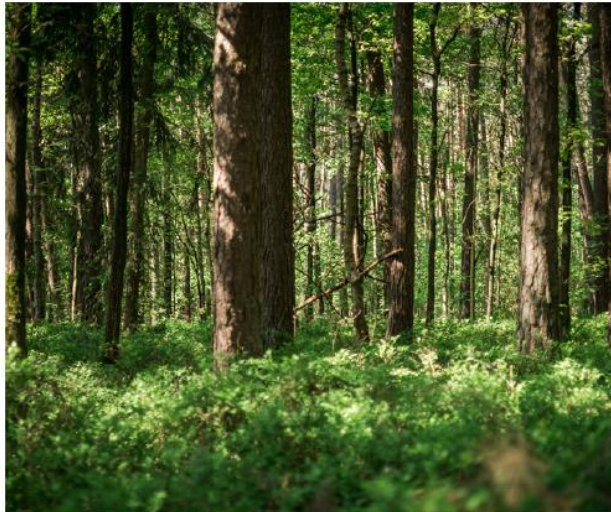
Noch fehlen die Rahmenbedingungen für diese Großprojekte



www.mvv.de/beccus-studie

Wege zur Skalierung von Negativemissionstechnologien

Empfehlungen für Marktdesign, Infrastruktur und Finanzierung



Kernfragen der Studie:

- Kostenentwicklung BECCUS?
- Wieviel ist marktlich finanzierbar?
- Welche Förderungen gibt es?
- Langfristiges Marktdesign?
- Instrumente Markthochlaufphase
- Infrastruktur: Regulierungs- und Finanzierungsrahmen
- Welche Auslandserfahrungen gibt es?
- ...

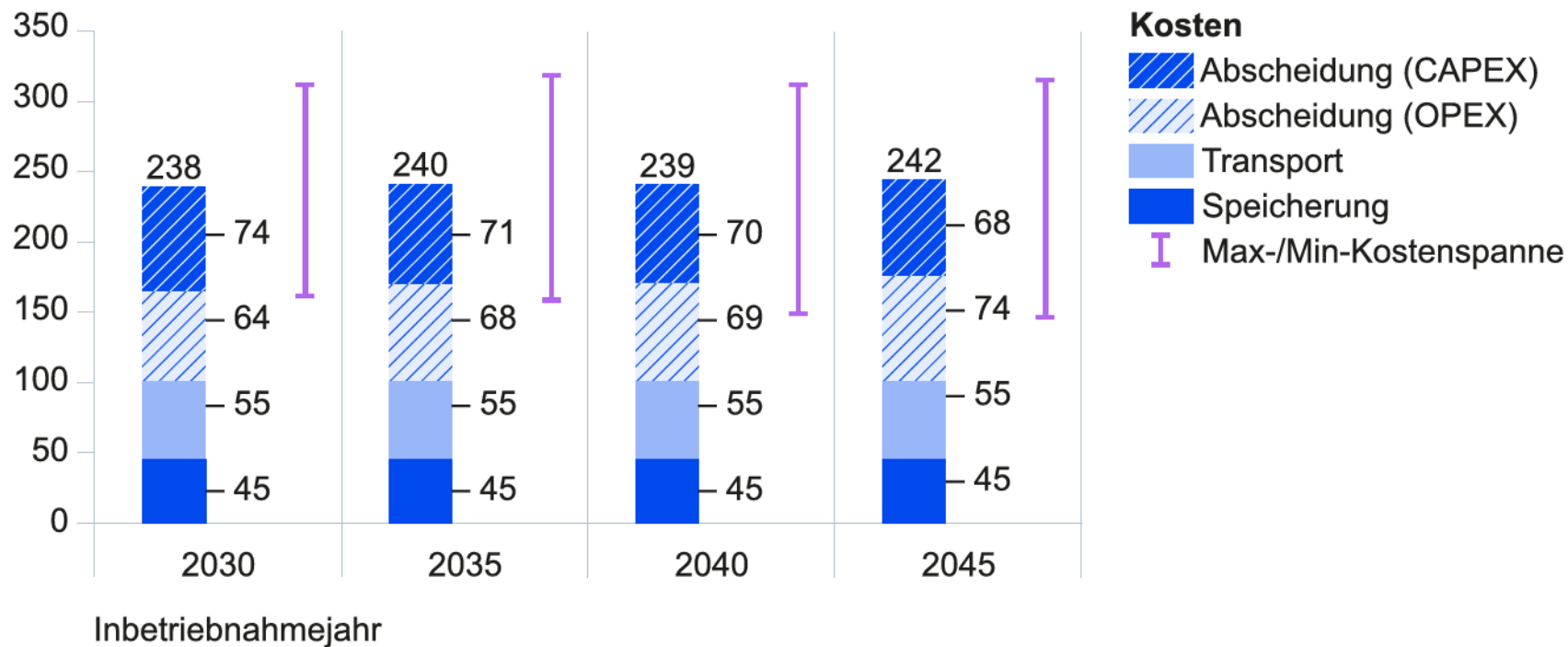


Vollkosten für Abscheidung, Transport und Speicher

70 % OPEX aus Perspektive des Abscheiders

Spezifische annuitätische Gesamtkosten für Investitionszeitpunkte von 2030 bis 2045

In €₂₀₂₄/t | Referenzanlage mit Kapazität 200 kt_{CO2}/a,
500 km Transport per Zug, Offshore-Speicherung



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

6. EU Innovation Fund

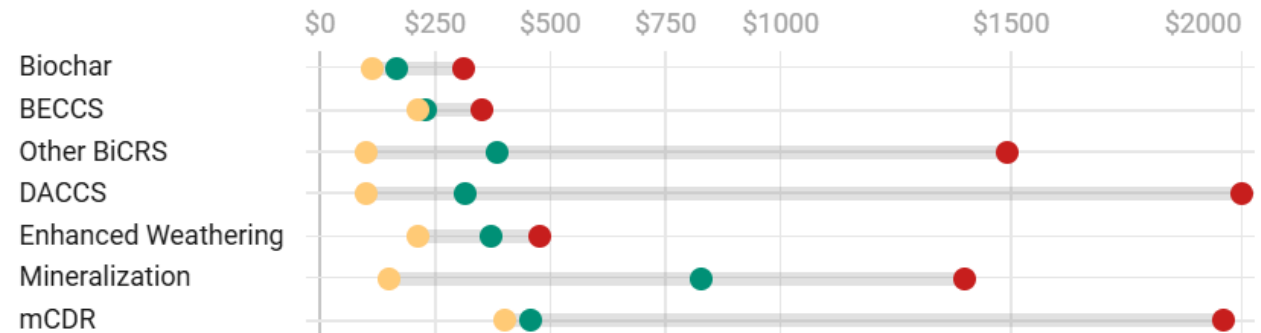
7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen

Price Range by Method | 2024

Based on publicly disclosed information (n ranges from 5 - 40).

● Weighted Avg Price per Tonne ● Min ● Max



1. Kleine Käuferzahl → Counter party risks
2. Kein einheitlicher CDR-Preis: hängt von Quelle ab
3. Hohe Preisvolatilität
4. Nicht reguliert → Integrität
5. Überwiegend Kurzfristverträge

Abbildung: CDR.fyi (2025): [Keep Calm and Remove On - CDR.fyi 2024 Year in Review](#)



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

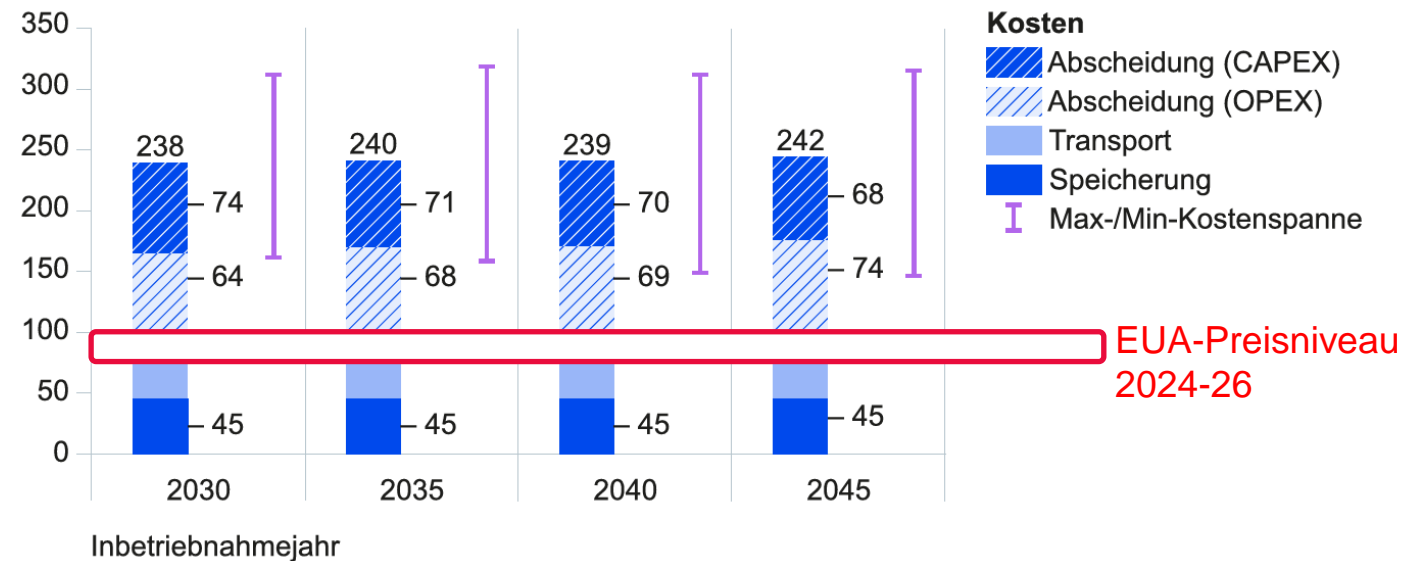
6. EU Innovation Fund

7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen

Spezifische annuitätische Gesamtkosten für Investitionszeitpunkte von 2030 bis 2045

In €₂₀₂₄/t | Referenzanlage mit Kapazität 200 kt_{CO2}/a,
500 km Transport per Zug, Offshore-Speicherung



1. Auch bei Vollintegration von CDR in ETS1 sind Erlöse nicht kostendeckend
2. Wann steigt ETS-Preis auf Höhe der tatsächlichen Vermeidungskosten der hard-to-abate Sektoren?
3. In welchem Verhältnis stehen deutsche Negativemissionen zu internationalen Zertifikaten?



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

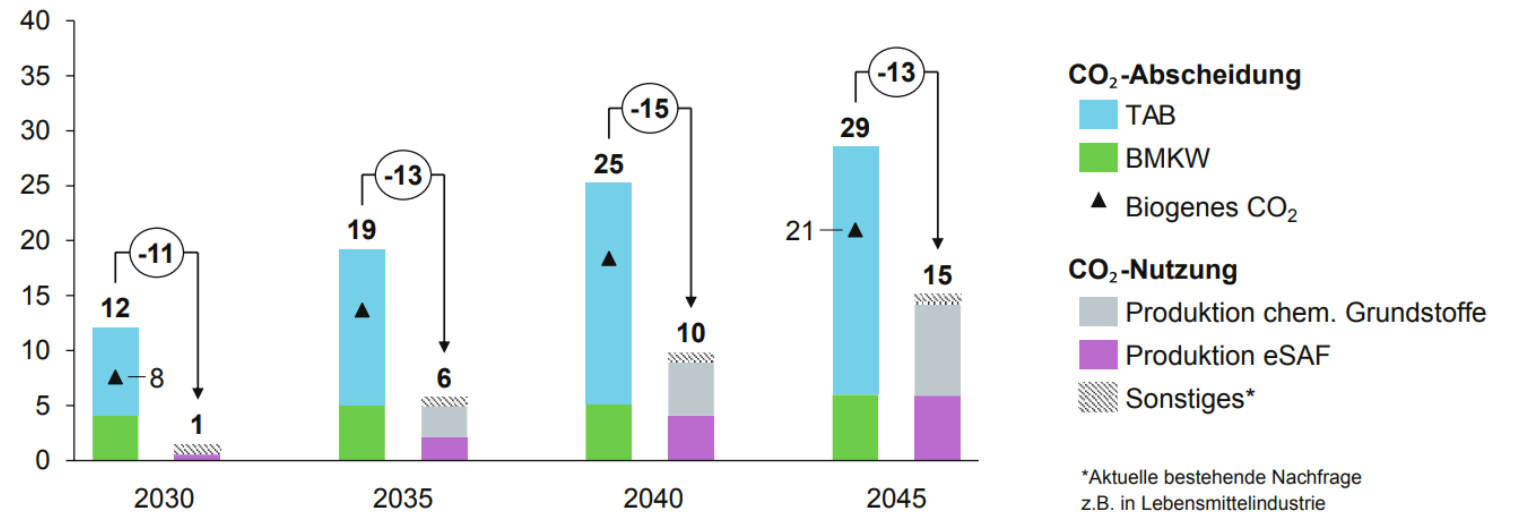
6. EU Innovation Fund

7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen

Best-Guess-Hochlauf von CO₂-Abscheidung und CO₂-Nutzung

in Mt/a | Deutschland | Thermische Abfallbehandlungsanlagen (TAB) und Biomassekraftwerke (BMKW)



Potentiale für stoffliche Nutzung gegeben. Aufgrund der CO₂-Mengen und Unsicherheiten über nationale Produktion von nachhaltigen Luftfahrtkraftstoffen (eSAF) geologische Speicherung alternativlos.



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

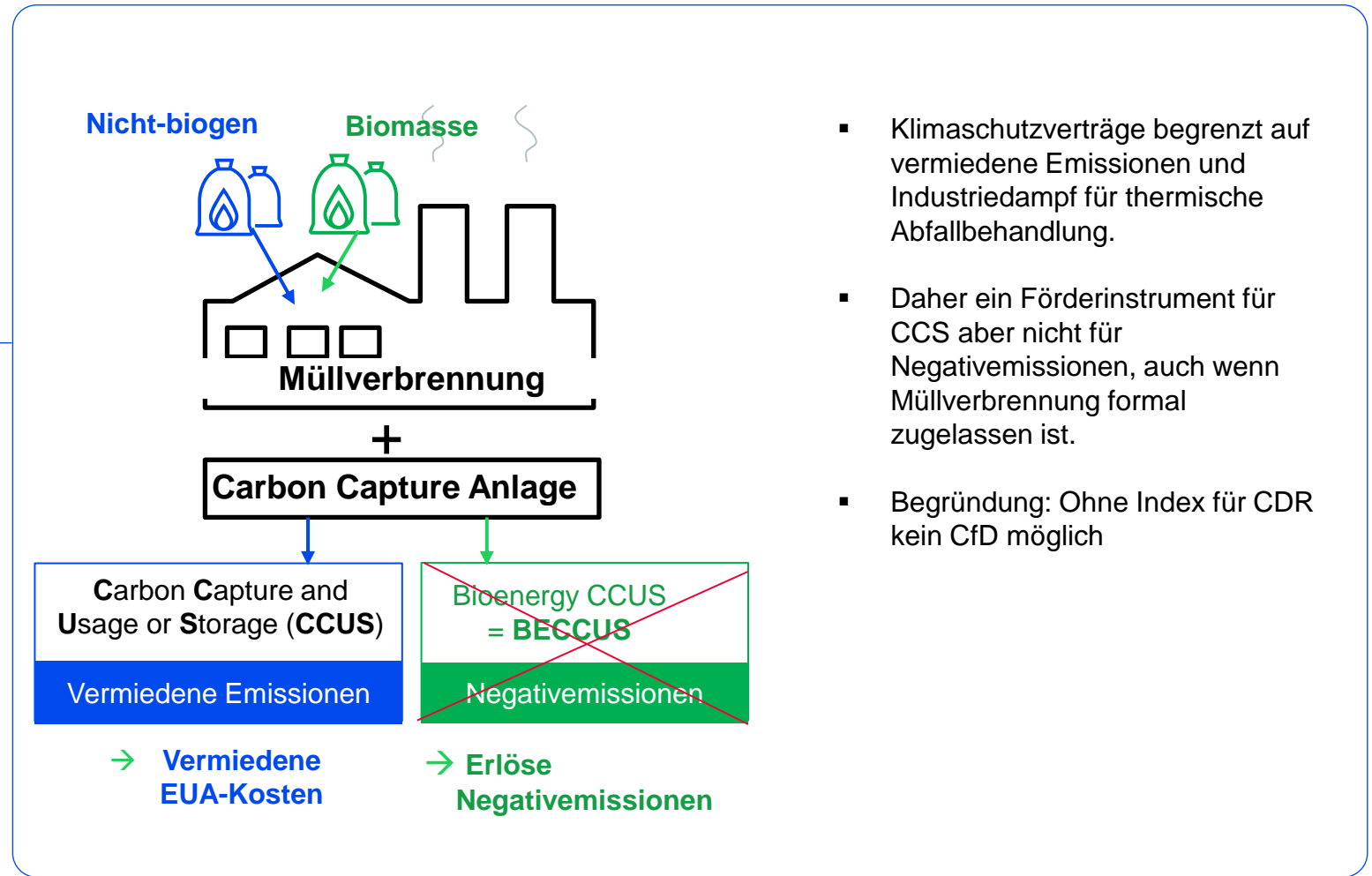
4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

6. EU Innovation Fund

7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

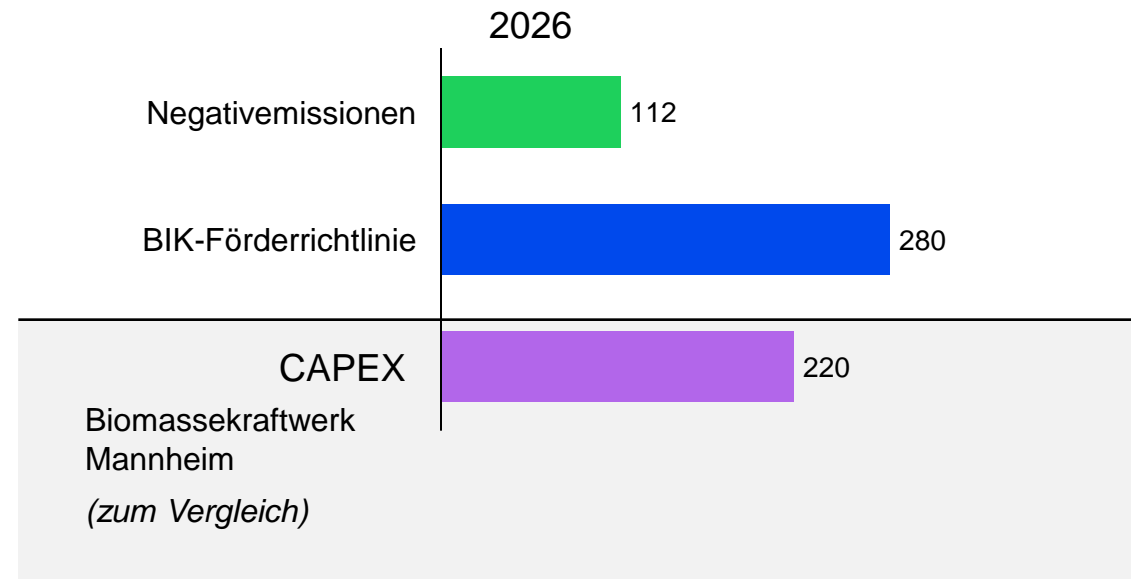
5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

6. EU Innovation Fund

7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen

Haushalt: Fördermittel im KTF (in Mio. Euro)



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

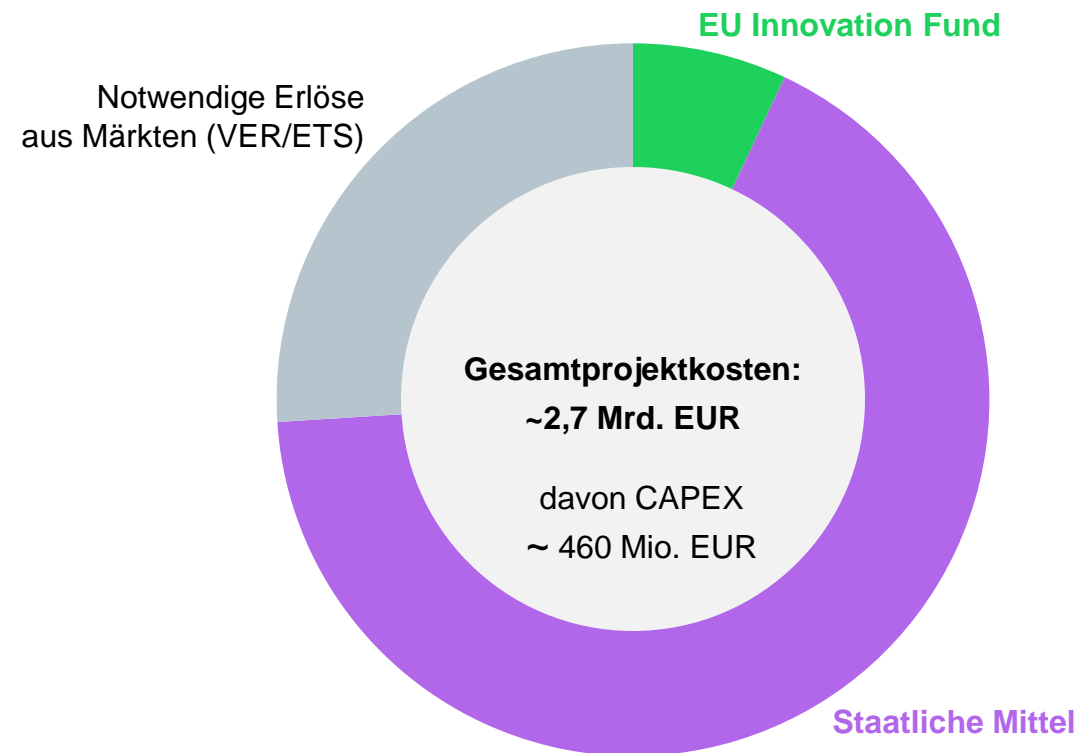
5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

6. EU Innovation Fund

7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen

Beispiel Projekt „BECCS Stockholm“



Daten EU KOM: [if_pf_2022_beccs_en.pdf](#)



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

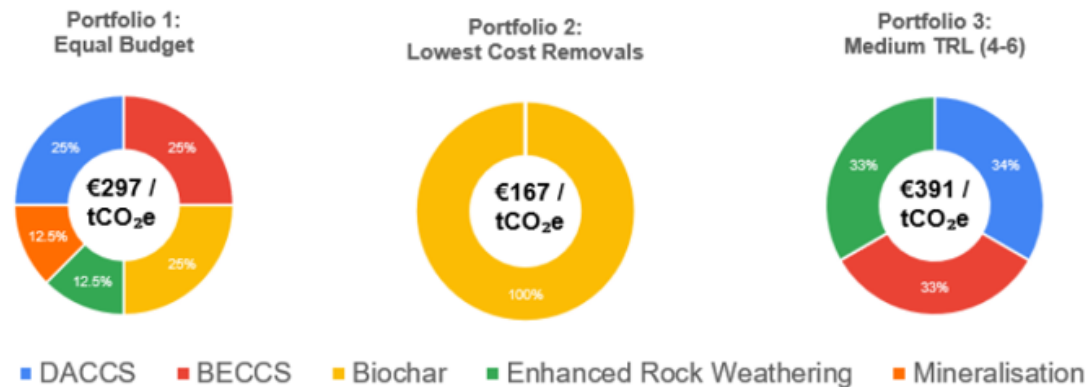
6. EU Innovation Fund

7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen

Optionen für kurzfristige Ankaufprogramme (2025-30)

1. EU-coordinated buyers' club
2. EU Removals Fund
3. Centralised Procurement Agency
4. Investment Vehicle
5. Independent foundation
6. Carbon Central Bank
7. Rule-based mechanism



European Commission: Directorate-General for Climate Action and Ecologic Institute, *An EU purchasing programme for permanent carbon removals – Assessment of policy options and recommendations for short-term policy design*, Publications Office of the European Union, 2025, <https://data.europa.eu/doi/10.2834/8212975>



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

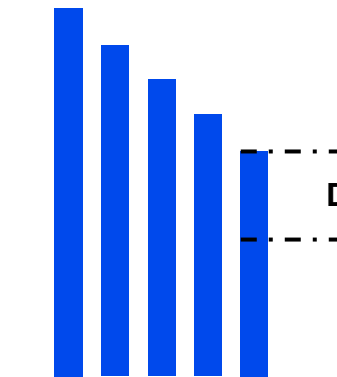
6. EU Innovation Fund

7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen

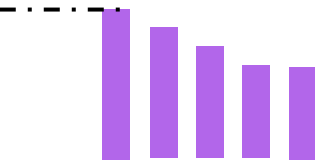
Doppel-Auktionen zur Kostenminimierung

Ausschreibung 1:
günstigste Anbieter von
Negativemissionen



Preise für angebotene
Negativemissionen

Ausschreibung 2:
Käufer von Negativ-
emissionen mit höchster
Zahlungsbereitschaft



Zahlungsbereitschaft Käufer

Differenzkosten

- Behörde (Fonds) trägt die Differenzkosten. Budget-Kontrolle: Menge der Negativemissionen wird über die Höhe des Fonds limitiert
- Behörde könnte auch in den Emissionshandel oder die Marktstabilitätsreserve verkaufen



Wie ist die Finanzierungslücke für BECCUS zu schließen?

1. Freiwillige Märkte für Negativemissionen

2. EU ETS um Negativemissionen erweitern

3. Stoffliche CO₂-Nutzung (Usage)

4. Klimaschutzverträge (CO₂-Differenzverträge)

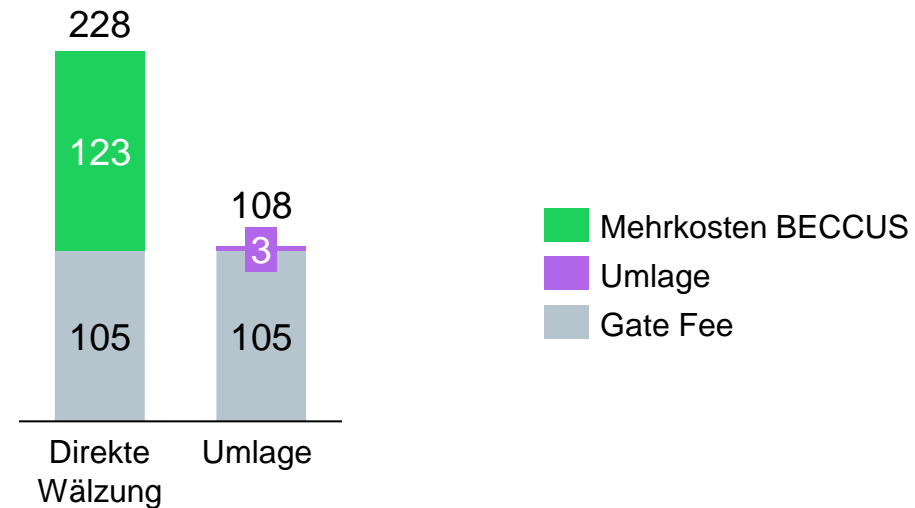
5. BIK-Förderrichtlinie und KTF

6. EU Innovation Fund

7. EU-Ankaufprogramm / Doppelauktionen

8. Refinanzierung über Umlagen

Euro pro Tonne Abfall



- Bei Kostenwälzung einer Anlage auf eigene Kunden verdoppeln sich Müllgebühren.
- Werden nur die Kosten der Early Mover (ca. 10 % des Potentials für Negativemissionen aus thermischer Abfallbehandlung) auf die Abfallmenge des ganzen Landes umgelegt, steigen die Müllgebühren nur moderat.
- Zu klären: EU-Beihilferegeln, Zuordnung der Grünheit, Überführung in Kommunalabgabengesetze der Länder, ...



Politikempfehlungen für BECCUS



- 1 Der Industrie- und Abfallsektor benötigt eine Klimaneutralitätsstrategie. Für viele thermische Abfallbehandlungsanlagen ist die eigene Abscheidung keine Option. Deren Restemissionen könnten durch Negativemissionen anderer Anlagen kompensiert werden.
- 2 Die Integration von Negativemissionen in den ETS muss zeitnah erfolgen und perspektivisch um CfDs ergänzt werden. Aufgrund der langen Vorlaufzeit und des zu niedrigen ETS-Preisniveaus sind Alternativen für **Early Mover** erforderlich.
- 3 Blick in Nachbarländer machen deutlich: ohne entscheidende nationale Unterstützung sind Projekte nicht umsetzbar.
- 4 Mit Hilfe von Doppelauktionen und größeren Programmen könnten erste großtechnische Anlagen effizient unterstützt werden.
- 5 Eine Umlage bietet eine haushaltsneutrale Finanzierungsmöglichkeit für erste thermische Abfallbehandlungsanlagen.
- 6 Deutschland sollte nicht den Wachstumsmarkt Negativemissionen an das Ausland verlieren.



Dr. Oliver Kopp

Abteilungsleiter Energiewirtschaft & Energiepolitik
o.kopp@mvv.de

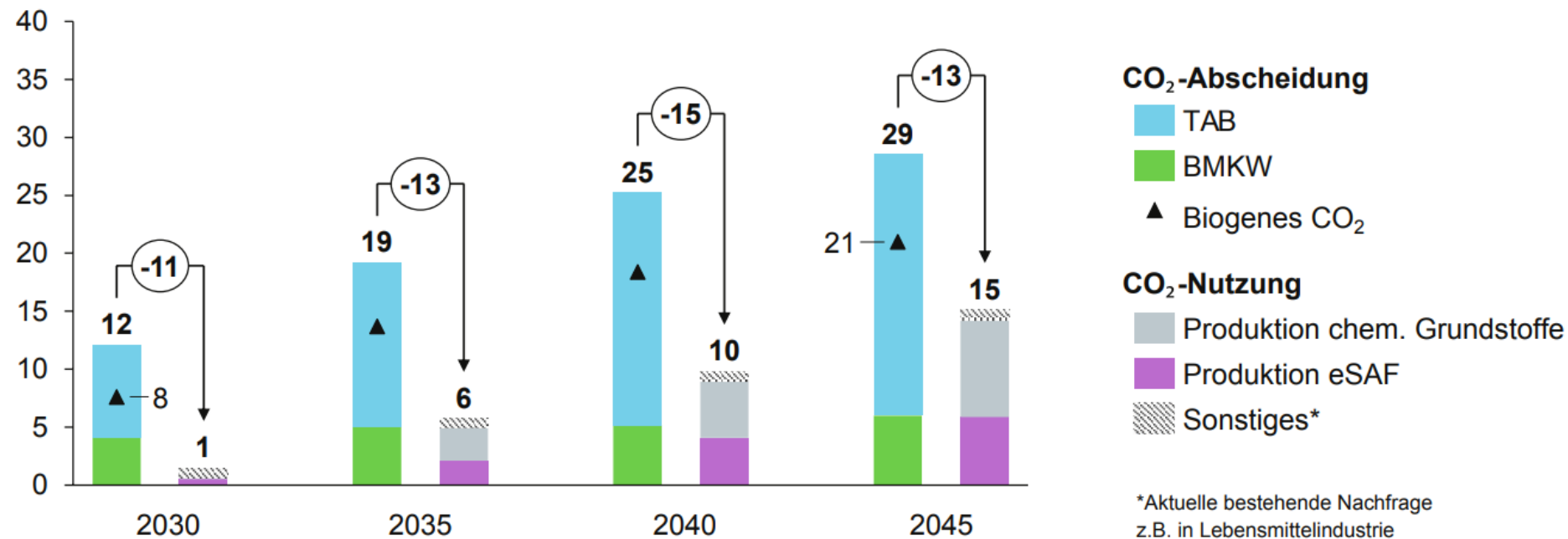
MVV Energie AG
Luisenring 49
68159 Mannheim
Germany



Usage-Potentiale gegeben, aber Speicher erforderlich

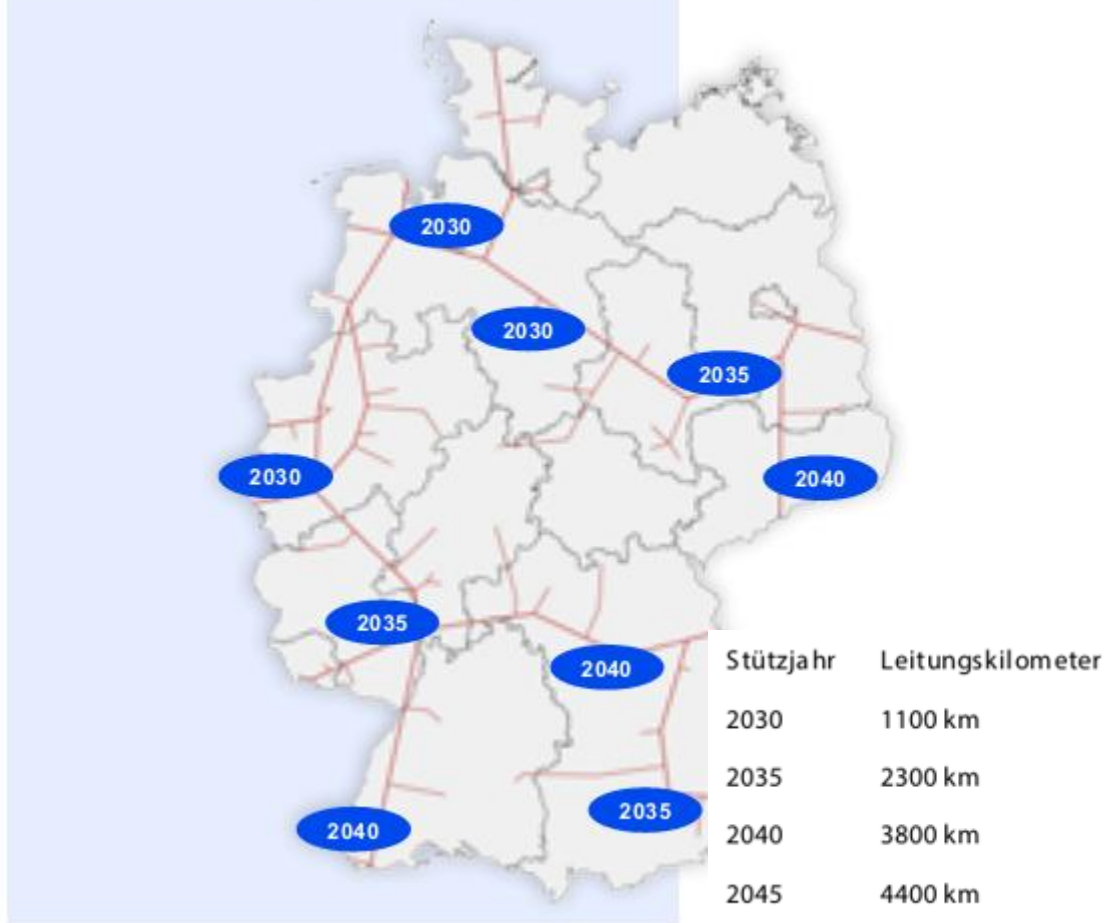
Best-Guess-Hochlauf von CO₂-Abscheidung und CO₂-Nutzung

in Mt/a | Deutschland | Thermische Abfallbehandlungsanlagen (TAB) und Biomassekraftwerke (BMKW)



CO₂ Kernnetz

Quelle: Carbon Management Strategie 2024

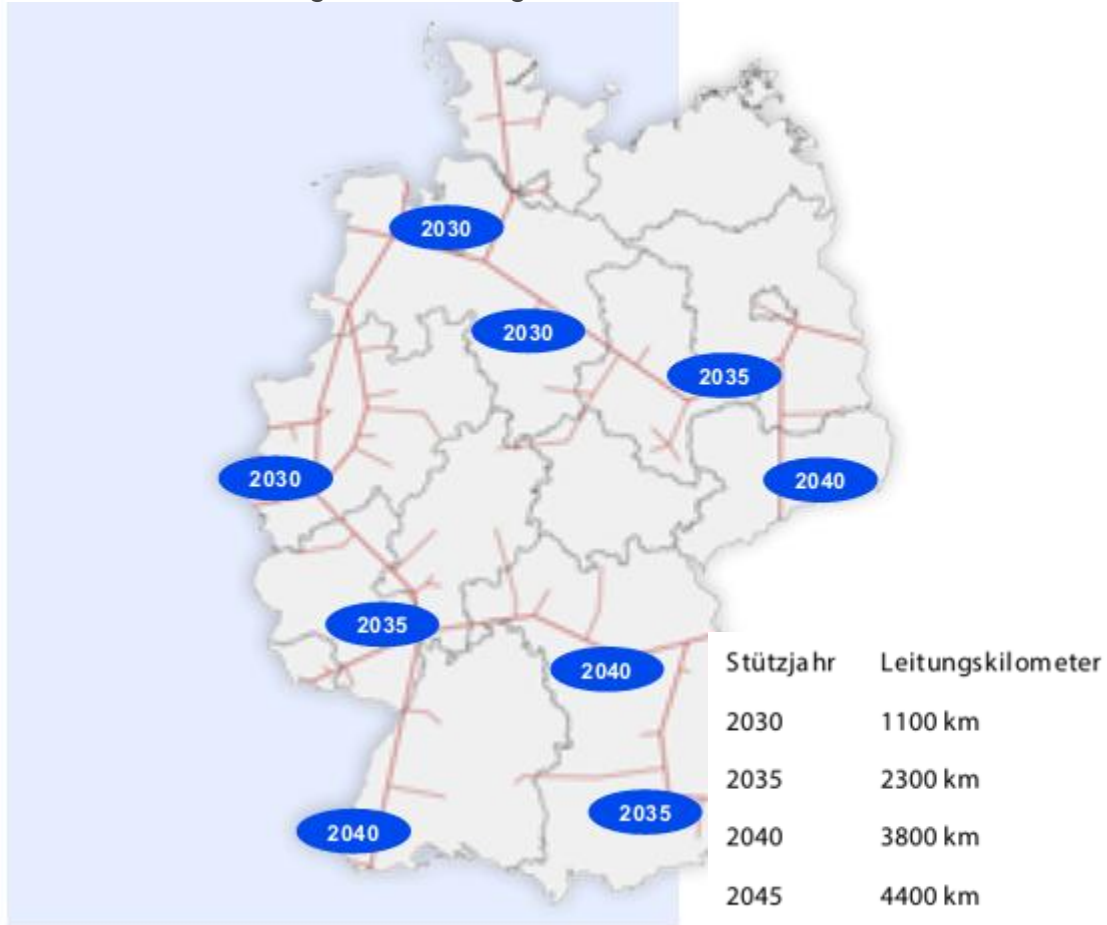


Offen Fragen:

- Diskriminierungsfreier Zugang zu CO₂-Netzen und Speicher
- Private Planung versus staatliche Koordination
- Nicht an den Kommunen vorbei planen. Abfallmengen und Biomasseanlagen berücksichtigen
- Finanzierung
- Transport mit Zug und LKW nur kurzfristige Option
- Pipelines langfristig günstiger
- Aber: Henne-Ei-Problem zu lösen

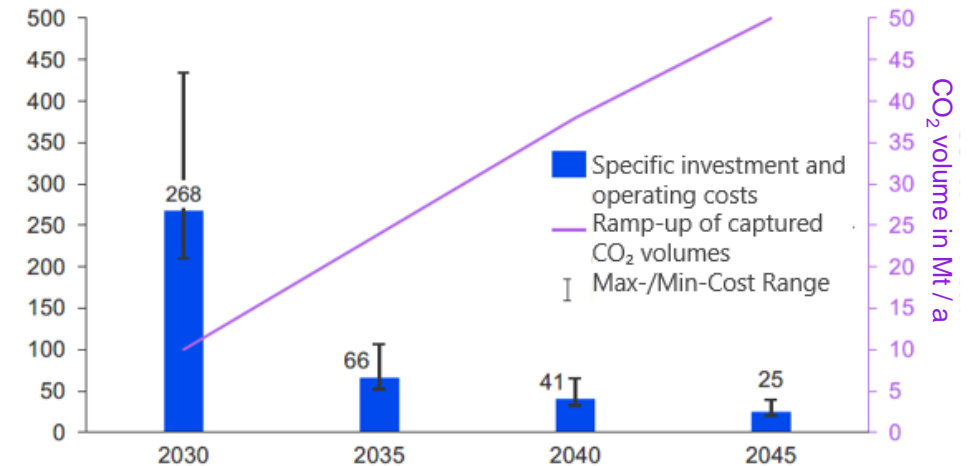
CO₂ Kernnetz

Quelle: Carbon Management Strategie 2024



Specific Costs and Transport Volumes in the CO₂ Transport Network

(in €2024/t | Ramp-up based on the draft Carbon Management Strategy 2024)



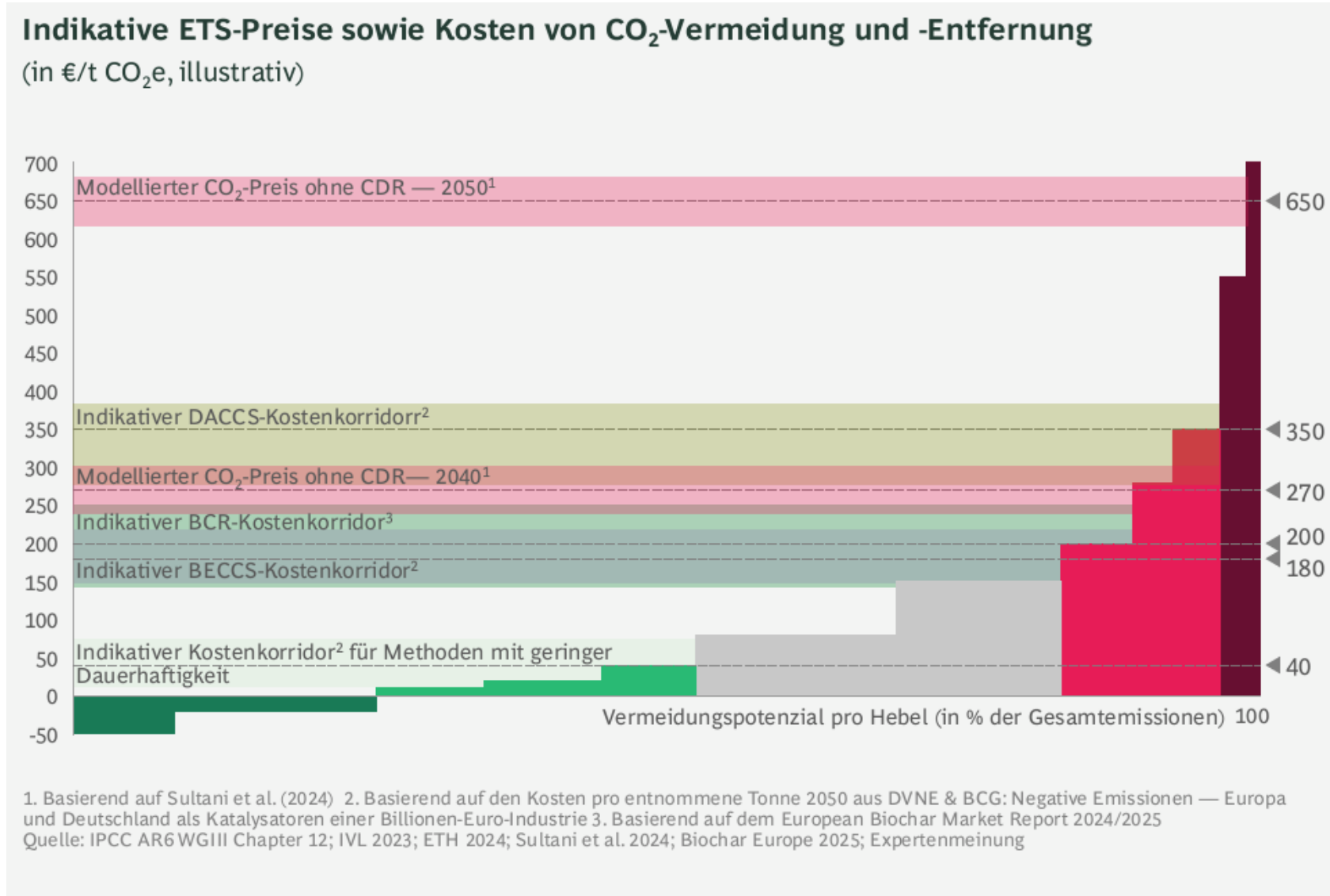
Development path with total length of pipeline network



- Netzentgelte für erste Nutzer wären prohibitiv hoch
- Lösung: Zeitliche Wälzung über eine **Amortisationskonto** (wie bei H₂)



Vergleich BCG/DVNE-Studie: Kosten 2050



Kosten der CO₂-Abscheidung: hohe Unsicherheit

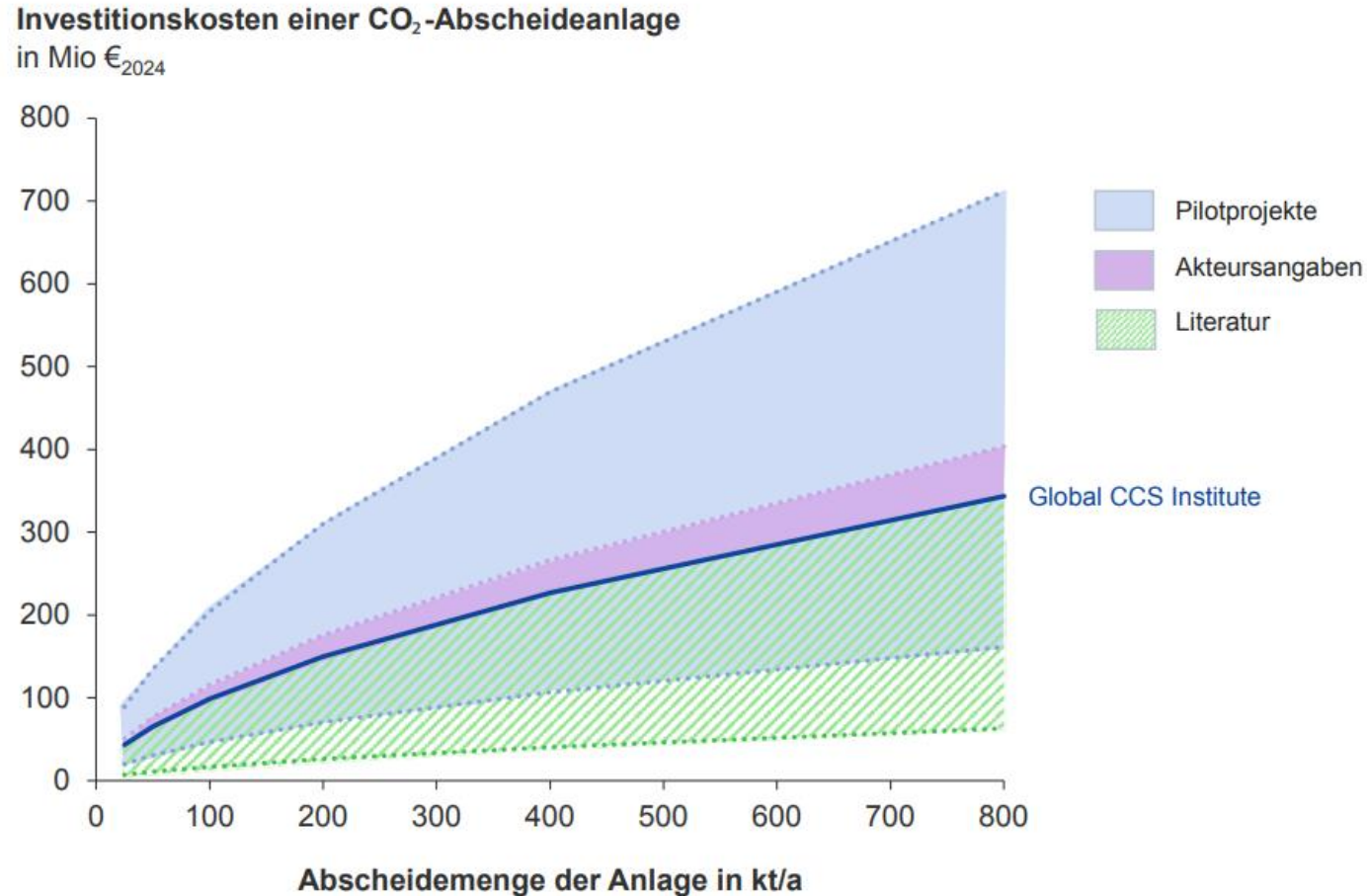


Abbildung 4. Kostenspannen basierend auf Literaturwerten, Praxisprojekten und Akteursangaben²⁹

