

HELDER OVER OPSLAG

Abeona en de route naar een kostenefficiënt Nederlands CCS-systeem

29 oktober 2026

In opdracht van
Abeona CCS Storage B.V.

Lange Voorhout 45,
2514 EC 's-Gravenhage

info@eqolibrium.com
www.eqolibrium.com

EqoLibrium

Inhoudsopgave

1. Managementsamenvatting *3*

2. Management summary *5*

3. Introductie *7*

4. CCS binnen de Nederlandse klimaatopgave *8*

Afvang, transport en opslag 8

Ontwikkelingen van CCS 8

Het potentieel van CCS 9

5. De publieke en private kosten van CCS *11*

De marktprijs van CCS: Het EU ETS 11

Een onzekere marktprijs 12

De publieke kostprijs van CCS: De SDE++ 13

Kostenefficiënte CCS verlaagt behoefte aan publieke middelen 13

6. Het Abeona-project *15*

7. Methode *16*

Opbouw van de CCS-keten 16

Modellering van CCS-routes 17

Bepaling van ketenkosten 19

Doorrekening van uitstootprofielen 19

Interpretatie van de resultaten 20

8. Resultaten *22*

Deel 1. Optimale ketenkosten voor een uitstoter in Amsterdam, Rotterdam en Cluster 6 22

Deel 2. Portfolio-analyse 25

Conclusie *29*

Abeona: Een welkome aanvulling in het CCS-landschap 29

Meerdere routes zijn concurrerend 29

Subsidie-intensiteit neemt steeds verder af... 29

... en subsidievrije CCS komt langzaam maar zeker in zicht 30

9. Begrippenlijst *31*

Appendix A *32*

Appendix B *33*

Appendix C *34*

1. Managementsamenvatting

CCS als onderdeel van de Nederlandse klimaatopgave

In het verlengde van het Europese klimaatbeleid om de doelen van het Klimaatakkoord van Parijs te halen, staat ook Nederland de komende decennia voor een aanzienlijke reductieopgave van de CO_2-uitstoot. CCS zal daarbij een belangrijke rol spelen, met name voor emissies waarvoor alternatieve verduurzamingsroutes niet of beperkt beschikbaar zijn. Met de ontwikkeling van nieuwe transport- en opslagprojecten nemen de mogelijkheden voor industriële uitstoters toe. Naast voldoende opslagcapaciteit zijn daarbij ook de kosten van afvang, transport en opslag van belang.

Tegen deze achtergrond wordt het Abeona-project ontwikkeld. Abeona voorziet in het transport en de permanente opslag van CO_2 in leeg geproduceerde olievelden onder de Noordzee en maakt daarbij deels gebruik van bestaande offshore-infrastructuur. Het project combineert aanvoer via een bestaande pijpleiding vanuit het Amsterdamse havengebied met de mogelijkheid om vloeibare CO_2 per schip direct offshore te injecteren. Hierdoor kan Abeona met een relatief beperkt pijpleidingvolume van 1,4 Mtpa van start gaan en kunnen verschillende CO_2-stromen worden gecombineerd.

De meest kostenefficiënte route verschilt per uitstoter

In dit onderzoek is vanuit het perspectief van industriële uitstoters onderzocht hoe de ketenkosten van transport en opslag via Abeona zich verhouden tot alternatieve CCS-routes. Daarbij zijn verschillende routes doorgerekend voor uitstoters in Amsterdam, Rotterdam en Cluster 6. Voor iedere uitstoter is gekeken welke combinatie van conditionering, transport en opslag technisch mogelijk is en welke kosten daarmee gemoeid zijn. De kosten voor afvang zijn in dit deel van de analyse buiten beschouwing gelaten.

De analyse laat zien dat de meest kostenefficiënte CCS-route per uitstoter verschilt. Locatie, uitstootvolume, beschikbare infrastructuur en de benodigde tussenstappen in de keten bepalen welke route het meest aantrekkelijk is. Voor een uitstoter van 250 kton in Amsterdam behoort de pijpleidingroute naar Abeona met EUR 107/ton tot de meest kostenefficiënte onderzochte routes. Voor een uitstoter van dezelfde omvang in Cluster 6 komt opslag per schip in Abeona uit op EUR 117/ton, vrijwel gelijk aan vloeibare opslag in het buitenland. De onderzochte routes via vloeibaar Nederland en dense-phase infrastructuur blijken voor deze uitstoters duurder.

Naast deze analyse voor een individuele uitstoter, is rekening gehouden met de kosten wanneer meerdere uitstoters gezamenlijk gebruikmaken van de beschikbare infrastructuur. Hiervoor is de analyse verbreed naar het verwachte portfolio van Abeona, met een gezamenlijk volume van pijpleiding en schip van 2,5 of 3,1 Mtpa.

Ook op portfolioniveau blijkt Abeona concurrerend. Voor het onderzochte portfolio bedragen de gemiddelde ketenkosten voor opslag in Abeona circa EUR 118/ton. De kosten van vloeibare opslag in het buitenland liggen in dezelfde orde grootte. Opslag via de onderzochte Dense NL-routes kost gemiddeld EUR 139/ton. Verdere opschaling van de Abeona-pijpleiding levert bovendien schaalvoordelen op. Bij een verhoging van de pijpleidingcapaciteit van 1,4 naar 2 Mtpa dalen de gemiddelde ketenkosten voor het portfolio.

Lagere ketenkosten beperken de subsidiebehoefte waardoor subsidievrije CCS steeds meer in beeld komt

De kosten van CCS zijn bepalend voor de benodigde publieke ondersteuning. Zolang de ketenkosten inclusief afvangkosten hoger liggen dan de marktwaarde (ETS-prijs) van vermeden CO_2-uitstoot, kan SDE++-subsidie nodig zijn om de onrendabele top te overbruggen. Voor het onderzochte portfolio ligt de gemiddelde subsidie-intensiteit na afvang bij Abeona lager dan bij Dense NL. Opslag via Abeona of in het buitenland resulteert in de

analyse in een minimaal EUR 52,5 miljoen lagere jaarlijkse subsidiebehoefte ten opzichte van Dense NL. Over de in het rapport gehanteerde looptijd kan deze besparing oplopen tot circa EUR 788 miljoen.

De behoefte aan subsidie kan in de toekomst verder afnemen. Voor processen waarbij CO_2 relatief goedkoop kan worden afgevangen, zoals bij een emittent met makkelijk af te vangen CO2 in Rotterdam, kan CCS bij een ETS-prijs vanaf EUR 114/ton al zonder subsidie mogelijk zijn wanneer gebruik gemaakt kan worden van de meest kostenefficiënte route. Bij een hogere ETS-prijs en verdere kostendalingen kan subsidievrije CCS voor meer processen binnen bereik komen.

Abeona als aanvulling op het Nederlandse CCS-landschap

Abeona vormt daarmee een waardevolle aanvulling op het Nederlandse CCS-landschap. Het project voegt opslagcapaciteit toe en vergroot door de combinatie van pijpleidingtransport en directe aanvoer per schip de keuzemogelijkheden voor CO_2-aanbieders. Met de realisatie van Abeona kan vanaf vroeg in de jaren 2030 circa 2,5 Mtpa aan additionele CO_2-reductie worden gerealiseerd, met de mogelijkheid om dit volume verder uit te bouwen tot 5 Mtpa. Verdere ontwikkeling van kostenefficiënte CCS-infrastructuur kan zo de businesscase voor industriële uitstoters verbeteren en tegelijkertijd de benodigde publieke ondersteuning verlagen.

2. Management summary

CCS as Part of the Netherlands' Climate Challenge

In the coming decades, the Netherlands faces a significant challenge to further reduce CO_2 emissions. CCS will play an important role in this effort, particularly for emissions for which alternative sustainability pathways are not available or are limited. With the development of new CO_2 transport and storage projects, the options for industrial emitters are expanding. In addition to sufficient storage capacity, the costs of capture, transport, and storage are also important factors.

It is against this backdrop that the Abeona project is being developed. Abeona provides for the transport and permanent storage of CO_2 in depleted oil fields beneath the North Sea, making partial use of existing offshore infrastructure. The project combines supply via an existing pipeline from the Amsterdam port area with the option to inject liquid CO_2 directly offshore by ship. This allows Abeona to start with a relatively limited pipeline capacity of 1.4 Mtpa and enables the combination of different CO_2 streams.

The most cost-effective route varies by emitter

This study examined, from the perspective of industrial emitters, how the chain costs of transport and storage via Abeona compare to alternative CCS routes. Various routes were analysed for emitters in Amsterdam, Rotterdam, and Cluster 6. For each emitter, the study assessed which combination of conditioning, transport, and storage is technically feasible and what costs are involved.

The analysis shows that the most cost-effective CCS route varies by emitter. Location, emission volume, available infrastructure, and the necessary intermediate steps in the chain determine which route is most advantageous. For a 250 kton emitter in Amsterdam, the pipeline route to Abeona, at EUR 107/ton, is among the most cost-effective routes examined. For an emitter of the same size in Cluster 6, storage by ship in Abeona comes to EUR 117/metric ton, virtually the same as liquid storage abroad. The routes examined via other Dutch liquid facilities and dense-phase infrastructure are more expensive for these emitters.

In addition to this analysis centered on individual emitters, this study examined the costs when multiple emitters jointly use the available infrastructure. To this end, the analysis was expanded to cover Abeona's expected portfolio, with a combined volume of 2.5 or 3.1 Mtpa.

Abeona also proves competitive at the portfolio level. For the analysed portfolio, the average chain costs for storage in Abeona amount to approximately EUR 118/metric ton. The costs of liquid storage abroad are of the same order of magnitude. Storage via the analysed Dense NL routes costs an average of EUR 139/metric ton. Furthermore, further capacity expansion of the Abeona pipeline yields economies of scale. If pipeline capacity is increased from 1.4 to 2 Mtpa, the average chain costs for the portfolio decrease.

Lower chain costs reduce the need for subsidies, making subsidy-free CCS an increasingly viable option

The costs of CCS determine the level of public support required. As long as the chain costs (including capture) exceed the market value (ETS price) of avoided CO_2 emissions, an SDE++ subsidy may be needed to bridge the unprofitable gap. For the portfolio analysed, the average subsidy intensity after capture is lower for Abeona than for Dense NL. According to the analysis, storage via Abeona or options abroad would result in an annual subsidy requirement that is at least EUR 52.5 million lower than that of Dense NL. Over the time horizon considered in the report, this savings could amount to approximately EUR 788 million.

The need for subsidies may decrease further in the future. For processes where CO_2 can be captured relatively inexpensively, CCS may already be feasible without subsidies at an ETS price of EUR 114/metric ton or higher,

provided the most cost-efficient route can be used. With a higher ETS price and further cost reductions, subsidy-free CCS could become feasible for more processes.

Abeona complements the Dutch CCS Landscape

Abeona thus represents a valuable addition to the Dutch CCS landscape. The project adds storage capacity and, by combining pipeline transport with direct delivery by ship, expands the transport options available to CO_2 suppliers. With the completion of Abeona, approximately 2.5 Mtpa in additional CO_2 reductions can be achieved starting in the early 2030s, with the potential to further expand this volume to 5 Mtpa. Further development of cost-effective CCS infrastructure can thus improve the business case for industrial emitters while simultaneously reducing the need for public funds.

3. Introductie

Het doel van het Europese klimaatbeleid is het bereiken van klimaatneutraliteit in 2050 in het verlengde van het Klimaatakkoord van Parijs. Als tussenstappen heeft de Europese Unie (EU) zich gecommitteerd aan een netto reductie van de broeikasgasemissies met ten minste 55% in 2030 en 90% in 2040 ten opzichte van 1990. In Nederland is de broeikasgasuitstoot tussen 1990 en 2025 met ongeveer een derde verminderd. De overige (netto) reductie zal de komende 25 jaar moeten plaatsvinden om in 2050 CO_2-neutraal[1] te zijn[2]. Naarmate de energietransitie vordert, verschuift de aandacht daarbij steeds meer naar emissies die complexer of kostbaarder te reduceren zijn.

Tegen deze achtergrond wordt CO_2-afvang en -opslag (CCS) door zowel de *International Energy Agency* (IEA) als het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) aangemerkt als een belangrijke en in sommige sectoren zelfs onmisbare technologie voor het realiseren van de klimaatdoelen[3]. Ook in Nederland krijgt CCS een steeds grotere rol binnen de klimaatopgave. Met de ontwikkeling van nieuwe transport- en opslagprojecten neemt de beschikbare capaciteit toe en ontstaan voor industriële uitstoters meerdere mogelijkheden om afgevangen CO_2 permanent op te slaan. Gezien de reductieopgave zijn alle CCS-projecten die in ontwikkeling zijn hard nodig. De kosten waartegen dit mogelijk is, verschillen per project en per uitstoter.

De ontwikkeling van de Nederlandse CCS-markt en afzonderlijke infrastructuurprojecten is de afgelopen jaren vanuit verschillende invalshoeken onderzocht[4][5]. De positie van Abeona en de mogelijke gevolgen van de projectspecifieke kenmerken voor de kosten van CCS zijn daarin echter nog beperkt belicht. Dit roept de vraag op hoe de kosten van CCS via Abeona zich verhouden tot andere transport- en opslagmogelijkheden. Abeona CCS Storage B.V. heeft EqoLibrium gevraagd om dit in kaart te brengen.

De onderzoeksvraag luidt als volgt: Hoe verhouden de integrale kosten en subsidiebehoefte van verschillende CCS-ketens zich tot elkaar, en welke rol kan de ontwikkeling van Abeona spelen in het vergroten van de keuzemogelijkheden voor Nederlandse CO_2-aanbieders?

De onafhankelijke vergelijking van CCS-ketens wordt gemaakt vanuit het perspectief van industriële uitstoters. Hun locatie, het beschikbare volume en de aansluiting op infrastructuur bepalen mede welke CCS-routes beschikbaar zijn en tegen welke kosten. In dit onderzoek worden de kosten over de gehele keten bezien. Dit maakt het mogelijk om verschillende routes op een vergelijkbare basis te beoordelen en inzichtelijk te maken welke onderdelen van de keten bepalend zijn voor de kostenverschillen.

De hoogte van de ketenkosten is uiteindelijk bepalend voor de businesscase van CCS. Lagere kosten verbeteren de businesscase voor een individuele uitstoter en kunnen de onrendabele top verkleinen waarvoor binnen de SDE++ publieke ondersteuning nodig is. Daarmee biedt de studie inzicht in wat de kenmerken van de Abeona-route betekenen voor de businesscase van industriële uitstoters en de mogelijke subsidiebehoefte van CCS.

[1] Voor de leesbaarheid wordt in dit rapport veelal verwezen naar CO_2. Hiermee worden, tenzij expliciet anders vermeld, broeikasgasemissies bedoeld, uitgedrukt in CO_2-equivalenten (CO_2-eq).
[2] Klimaat en Energieverkenning 2026
[3] IEA: CCUS in the transition to net-zero emissions. IPCC: Climate Change 2022: *Mitigation of Climate Change*
[4] Xodus Group (2024). 2024 SDE++ Aramis Carbon Capture and Storage Fee Review – Public Summary.
[5] Mulder, M. (2024). Verkenning van de marktordening voor Carbon Capture and Storage (CCS).

4. CCS binnen de Nederlandse klimaatopgave

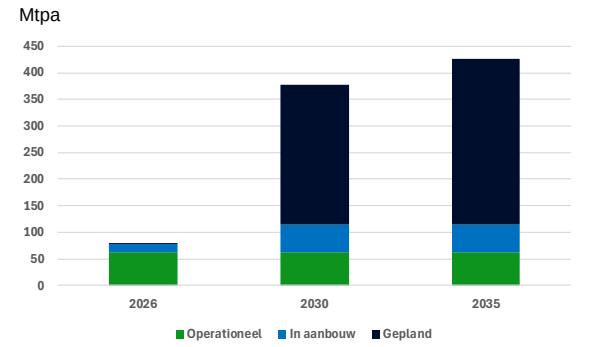
Afvang, transport en opslag

Het afvangen en opslaan van CO_2-uitstoot wordt ook wel *Carbon Capture and Storage* (CCS) genoemd. Op het moment dat de afgevangen CO_2 ook weer hergebruikt wordt, spreken we van *Carbon Capture and Utilisation* (CCU). Bij de afvang wordt de CO_2 gescheiden van verbrandings- of procesgassen en door middel van compressie en/of koeling naar een gasvorm of vloeibare vorm gebracht voor transport. De CO_2 wordt met leidingen, per boot, trein of vrachtwagen naar lege olie- en gasvelden of watervoerende lagen (aquifers) gebracht om deze permanent op te slaan. In Nederland wordt daarbij vooral gekeken naar lege velden onder de Noordzee.

Ontwikkelingen van CCS

Wereldwijd neemt de inzet van CCU en CCS snel toe. In 2026 is er met 77 projecten in totaal 62,5 Mtpa[6] aan CC(U)S-capaciteit operationeel[7]. Het grootste deel hiervan is CCU. Er zijn in ditzelfde jaar nog 47 projecten in aanbouw[8]. Daarnaast is wereldwijd zo'n 360 Mtpa aan aanvullende capaciteit in ontwikkeling voor de periode tot en met 2035. Deze ontwikkeling weerspiegelt de toenemende rol die CCU en CCS krijgen binnen het klimaatbeleid.

Wereldwijde CC(U)S-capaciteit

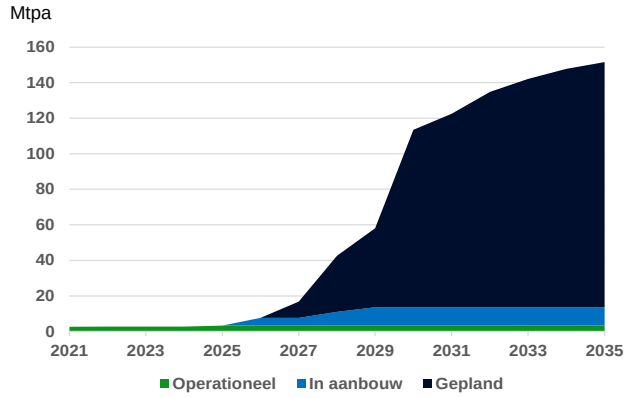


Bron: IEA

Ook in Europa groeit de inzet van CCS. Momenteel is er zo'n 3,2 Mtpa aan capaciteit operationeel. De *Net Zero Industry Act* stelt als doel om in 2030 ten minste 50 Mtpa aan CO_2-opslagcapaciteit beschikbaar te hebben. In verschillende Europese landen worden nieuwe transport- en opslagprojecten ontwikkeld. Ook niet-EU-landen Noorwegen en het Verenigd Koninkrijk (VK) zijn actief in de ontwikkeling van CCS-projecten.

[6] Miljoen ton per jaar
[7] IEA (2026). CCUS Projects Explorer
[8] Global CCS Institute https://www.globalccsinstitute.com/global-status-of-ccs/

CCS-opslagcapaciteit EEA + VK + Noorwegen



Bron: IEA

Nederland is geschikt voor CCS-projecten door de ligging aan de Noordzee met lege olie- en gasvelden en de aanwezigheid van energie-intensieve industrieclusters waar CO_2 kan worden afgevangen. Op dit moment zijn er dan ook verschillende projecten voor CO_2-opslag in ontwikkeling in Nederland, zoals Porthos, Aramis, Kompas en Abeona. Daarnaast ontstaan vanuit Nederlands perspectief via projecten zoals EVOS, HES International, Northern Lights, Greensand, Ecolog Terminal Amsterdam en SeaSeaS mogelijkheden voor grensoverschrijdend transport en opslag van CO_2.

Het potentieel van CCS

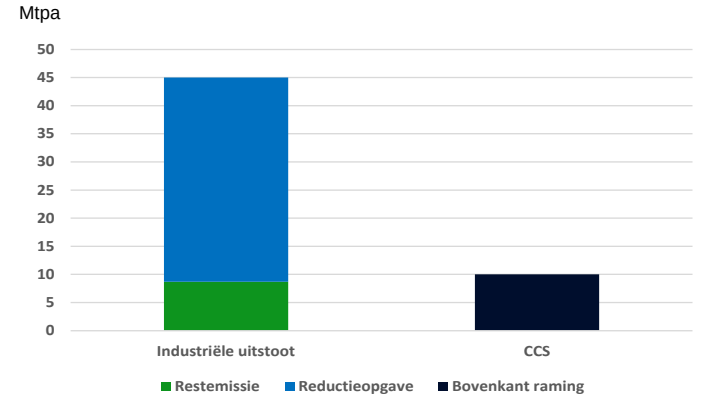
De Nederlandse industrie staat de komende decennia voor een aanzienlijke emissiereductieopgave. Volgens de Klimaat en Energieverkenning (KEV 2026) van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) bedroeg de CO_2-uitstoot van de industrie in 2025 ruim 45 Mton. Het sectordoel voor 2030 is 28,8 Mton, terwijl het in de EU overeengekomen 90%-doel voor 2040 de noodzaak voor verdere emissiereductie nog eens onderstreept.

Dit doel geldt voor de netto broeikasgasuitstoot van de EU als geheel en vertaalt zich niet één-op-één naar een reductiedoel voor de Nederlandse industrie. Ter illustratie: wanneer een reductie van 90% ten opzichte van 1990 op de Nederlandse industrie zou worden toegepast, zou een restemissie van 8,7 Mtpa overblijven[9]. Ten opzichte van de huidige uitstoot betekent dat richting 2040 nog een reductie van ruim 36 Mtpa voor de industrie.

Tegelijkertijd laat de KEV zien dat de inzet van CCS in Nederland richting 2040 kan groeien tot zo'n 4 tot 10 Mtpa[10]. En zelfs als Aramis en Porthos de volledige beoogde capaciteit benutten (24,5 Mtpa), dan blijft er nog steeds een aanzienlijke verdere groeipotentie voor CCS in Nederland. Dat geldt temeer omdat ook andere verduurzamingsroutes zoals elektrificatie niet zonder meer beschikbaar of haalbaar is.

[9] Op basis van een 10% restemissie van de door het CBS gerapporteerde 87 Mton broeikasgasuitstoot voor de industriesector in 1990.
[10] De KEV noemt in algemene zin dat CCS kan plaatsvinden via Aramis, Porthos of grensoverschrijdende projecten zoals Northern Lights. De bandbreedte wordt voornamelijk bepaald door economische en beleidsmatige factoren zoals de verwachte ETS-prijs.

Ruimte voor verdere opschaling CCS richting 2040



Bron: KEV, CBS

De beschikbaarheid van voldoende CO_2-transport- en opslagcapaciteit tegen acceptabele kosten vormt daarmee een belangrijke randvoorwaarde om een groter deel van de industriële emissiereductie te realiseren. Tegen deze achtergrond worden nieuwe transport- en opslagprojecten ontwikkeld. Projecten zoals Abeona moeten helpen bij het ontwikkelen van de infrastructuur die nodig is om deze potentiële emissiereductie daadwerkelijk te realiseren.

5. De publieke en private kosten van CCS

Klimaatbeleid wordt vormgegeven door een combinatie van normering, beprijzing en subsidiëring. De combinatie van deze factoren bepaalt uiteindelijk of investeringen in CO_2-reducerende projecten financieel aantrekkelijk worden.

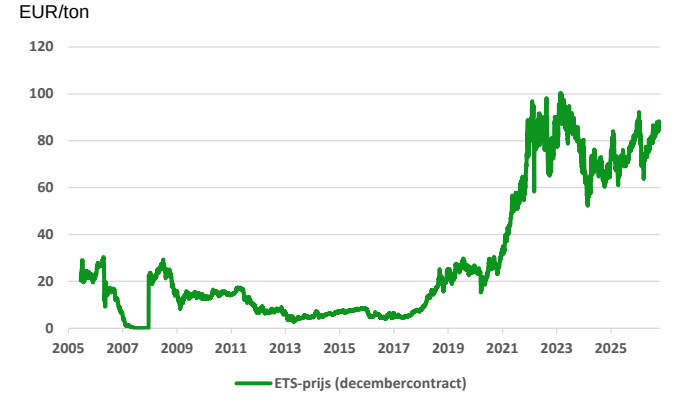
Voor de businesscase van CCS voor Nederlandse industriële uitstoters zijn met name het EU ETS en de SDE++ relevant. De kosten spelen daarbij zowel voor bedrijven als voor de overheid een rol. Voor bedrijven gaat het om de kosten van afvang, transport en opslag, afgezet tegen de waarde van vermeden ETS-kosten. Voor de overheid gaat het om de subsidie die nodig is om de onrendabele top te overbruggen. De hoogte van deze subsidie is grotendeels afhankelijk van de ETS-prijs.

De marktprijs van CCS: Het EU ETS

Het *European Union Emission Trading System* (EU ETS) vormt de hoeksteen van het Europese klimaatbeleid. Binnen dit systeem geldt een gezamenlijk emissieplafond voor de elektriciteitssector, de zware industrie en delen van de lucht- en scheepvaart. Bedrijven moeten voor iedere ton CO_2 die zij uitstoten een emissierecht inleveren. Het aantal beschikbare rechten neemt jaarlijks af. Doordat bedrijven onderling rechten kunnen verhandelen, ontstaat een marktprijs voor CO_2-uitstoot[11]. Die prijs vormt de centrale economische prikkel om emissies te reduceren en te investeren in verduurzaming.

Het loont voor een bedrijf om emissies te reduceren wanneer de ETS-prijs hoger is dan zijn marginale reductiekosten. Bedrijven met de laagste reductiekosten worden zo als eerst geprikkeld om te verduurzamen. Naarmate het emissieplafond verder afneemt, moeten voor additionele emissiereducties steeds duurdere technieken worden ingezet. De marginale kosten van emissiereductie lopen daardoor op. Feitelijk neemt daarmee de intrinsieke waarde van ETS-rechten toe naarmate het aanbod afneemt.

Prijsontwikkeling EU ETS



Bron: LSEG Eikon

Dat betekent echter niet dat de ETS-prijs zonder meer toeneemt. De daadwerkelijke ETS-prijs wordt bepaald door de combinatie van (verwachtingen ten aanzien van) vraag en aanbod, niet alleen het afnemende aanbod. De vraag naar emissierechten is afhankelijk van legio factoren, waaronder geopolitiek, macro-economische

[11] European Commission: The EU Emissions Trading System (EU ETS).

ontwikkelingen, energieprijzen en weersverwachtingen. Dit jaar noteert de gemiddelde ETS-prijs (decembercontract) tot op heden zo'n EUR 80/ton.

De ETS-prijs is voor de businesscase van CCS-projecten een belangrijke factor omdat het feitelijk de marktprijs van CO_2 bepaalt. Elke ton CO_2 die wordt afgevangen en opgeslagen levert een bedrijf de waarde van een emissierecht op. Ofwel doordat het een emissierecht overhoudt en kan verkopen, ofwel doordat het de kosten van aanschaf van een emissierecht kan vermijden.

Een onzekere marktprijs

Het EU ETS is opgedeeld in verschillende fases, waarbinnen geldende regels ten aanzien van bijvoorbeeld het emissieplafond verschillen. Door het systeem in te delen in verschillende fases, kunnen er op basis van politieke overwegingen op een gestructureerde manier wijzigingen aan het beleid worden doorgevoerd. Dat moet ervoor zorgen dat de markt een bepaalde mate van zekerheid en vertrouwen behoudt, terwijl er eveneens de politieke ruimte is voor aanpassingen. De regels die gelden binnen een fase worden daarom doorgaans zo veel mogelijk van tevoren ingekaderd[12]. Momenteel wordt het systeem herzien voor inwerkingtreding vanaf 2031 (fase 5).

Een van de belangrijkste verschillen tussen ETS-fases betreft het percentage van de lineaire reductiefactor (LRF). De LRF geeft aan hoe snel het aanbod van emissierechten jaarlijks vermindert. In 2026 is de LRF 4,3%. In de verschillende voorgaande fases was de LRF altijd aan verandering onderhevig. In het verleden werd deze – als gevolg van politieke besluitvorming – steeds hoger, waarmee klimaatbeleid ambitieuzer werd. Het recent gepubliceerde herzieningsvoorstel van de Europese Commissie stelt vanaf 2031 een lagere LRF voor dan momenteel geldt. Zo volgt uit het voorstel een LRF van 3,7% van 2031 tot en met 2035. Vanaf 2036 schrijft het voorstel een LRF van 1,7% voor[13].

De verlaging van de LRF vanaf 2031 is exemplarisch voor de inherente onzekerheid die het EU ETS – en zijn politieke karakter – met zich meebrengt. Het overkoepelende doel voor het Europese klimaatbeleid, waaronder het 90%-reductiedoel in 2040, blijft met het huidige ETS-voorstel in stand[14]. Toch is er middels verschillende maatregelen, waaronder de LRF, een relatief grote politieke flexibiliteit om de marktomstandigheden aan te passen. Dat leidt niet alleen tot onzekerheid over de toekomstige ETS-prijs, maar ook over de beleidsmatige randvoorwaarden waarbinnen deze prijs tot stand komt. De flexibiliteit om het EU ETS vanaf 2031 tweejaarlijks te herzien draagt daar aan bij.

Dit maakt dat de aanwezigheid van een emissiehandelssysteem en een ETS-prijs niet automatisch betekent dat verduurzamingsprojecten worden gerealiseerd in het (op nationaal niveau) politiek gewenste tempo.

Het ETS zorgt ervoor dat uitstoot een economische consequentie krijgt, maar bepaalt niet of een investering financieel haalbaar is. Die financiële haalbaarheid is wel nodig om het gat tussen beleidsdoelen en daadwerkelijke emissiereducties te dichten, zoals de KEV recent opnieuw liet zien. De SDE++ vult het EU ETS daarin aan.

---

[12] European Commission. (2015). *EU ETS handbook*. Publications Office of the European Union.
[13] De voorgestelde LRF van 1,7% vanaf 2036 is gebaseerd op de aanname dat de Europese Unie gebruik kan maken van hoogwaardige internationale emissiecredits ter invulling van een deel van het 2040-klimaatdoel. Indien dergelijke credits volgens een evaluatie van de EC niet in voldoende mate beschikbaar blijken of niet voldoen aan de gestelde eisen, voorziet het voorstel in een terugvaloptie waarbij de LRF vanaf 2036 wordt verhoogd naar 2,7%. – Bron.
[14] European Commission. (2026). 2040 climate target.

De publieke kostprijs van CCS: De SDE++

De huidige ETS-prijs is onvoldoende om CO_2-reductie middels CCS-projecten zonder aanvullende ondersteuning rendabel te maken[15]. De uiteindelijke kosten van CCS zijn bovendien sterk afhankelijk van projectspecifieke omstandigheden, waaronder de afstand tot opslaglocaties en de benuttingsgraad van de infrastructuur.

Waar het EU ETS de marktwaarde van vermeden uitstoot bepaalt, overbrugt de SDE++ het verschil tussen marktwaarde en de werkelijke kosten van verduurzaming. De regeling richt zich op de zogenoemde onrendabele top van investeringen in CO_2-reductie. Wanneer de kosten van de investering hoger zijn dan de waarde die deze oplevert in de vorm van vermeden emissies en energiekosten, kan de SDE++ dit verschil compenseren[16]. Daarmee vormt de regeling een belangrijke randvoorwaarde voor investeringsbeslissingen ten aanzien van verduurzaming.

De SDE++ kent inmiddels een omvangrijke historische context. De huidige vorm is in 2020 ontstaan uit de SDE+, een subsidieregeling die oorspronkelijk gericht was op de stimulering van duurzame energieproductie. Met de introductie van de extra plus verschoof de focus van duurzame energie naar kosteneffectieve CO_2-reductie. Hierdoor kwamen naast hernieuwbare energie ook technieken als CCS, waterstof en industriële elektrificatie in aanmerking voor subsidie.

Voor iedere techniek bepaalt het PBL op basis van een fictief referentieproject welke subsidie-intensiteit nodig is om een investering rendabel te maken. Het verschil tussen de kosten van dit referentieproject (basisbedrag) en de verwachte marktwaarde van de vermeden uitstoot en energieopbrengsten (correctiebedrag) vormt de onrendabele top. De SDE++ compenseert dit verschil volledig of gedeeltelijk, en vervult daarmee een belangrijke risicoverlagende functie voor investeringen.

Kostenefficiënte CCS verlaagt behoefte aan publieke middelen

Tegelijkertijd is de SDE++ meer dan een instrument om individuele projecten financieel haalbaar te maken. De regeling beoogt ook publieke middelen zo kosteneffectief mogelijk in te zetten. Subsidie wordt immers verstrekt op basis van verwachte kosten van emissiereductie per vermeden ton CO_2[17]. Lagere ketenkosten leiden daarbij tot een kleinere onrendabele top en daarmee tot een lagere behoefte aan publieke ondersteuning. Voor dezelfde publieke middelen kan zo meer emissiereductie worden ondersteund.

Lagere ketenkosten zijn daarnaast relevant voor de positie van de individuele CO_2-uitstoter binnen de SDE++. Een lagere subsidiebehoefte maakt het mogelijk een lager aanvraagbedrag te hanteren en kan daarmee de positie van een project binnen de budgetbegrensde regeling verbeteren. Naarmate de marktwaarde (ETS-prijs) van vermeden CO_2-uitstoot dichter bij de CCS-ketenkosten komt, neemt de benodigde subsidie verder af.

Naast het EU ETS en de SDE++ bestaan diverse aanvullende beleidskaders die relevant zijn voor CCS-projecten. Deze instrumenten zijn voornamelijk van belang voor de juridische, technische en organisatorische randvoorwaarden van CCS en vallen daarom buiten de verdere economische analyse in dit rapport. Een overzicht van de voor dit onderzoek meest relevante beleidskaders is wel opgenomen in Appendix A.

[15] PBL: Advies basisbedragen SDE++ 2026
[16] RVO. Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++)
[17] PBL. (2026). Advies basisbedragen SDE++ 2026

In de volgende hoofdstukken wordt onderzocht in hoeverre de projectspecifieke kenmerken van Abeona invloed kunnen hebben op de private businesscase en de subsidiebehoefte.

6. Het Abeona-project

Abeona is een CO_2-transport en -opslagproject dat voorziet in het transport van afgevangen CO_2 naar leeg geproduceerde offshore olievelden onder de Noordzee. De opslag vindt plaats in de voormalige olievelden Helm en Helder. Deze velden liggen zo'n 35 kilometer uit de kust ter hoogte van Den Helder. De beoogde opslagcapaciteit bedraagt in eerste instantie minimaal 30 Mton CO_2 en kan in potentie op termijn oplopen tot zo'n 50 Mton. Het project wordt ontwikkeld door Abeona CCS Storage B.V., onderdeel van Petrogas Groep[18].

Tussen 1982 en 2022 werd vanuit de betreffende velden olie geproduceerd. Een belangrijk onderdeel van het project is dan ook dat bestaande infrastructuur uit deze periode behouden is gebleven. Zo beschikt Abeona CCS Transportation B.V. over een 84 kilometer lange leiding tussen de offshore opslaglocatie en het Amsterdamse havengebied. Eerder dit jaar werd vastgesteld dat deze leiding technisch geschikt kan worden gemaakt voor de functie van gasvormig CO_2-transport[19]. Het hergebruik van deze infrastructuur kan de benodigde investeringen beperken en maakt een relatief snelle ontwikkeling van het project mogelijk.

Daarnaast voorziet het project in het transport van CO_2 onder relatief lage druk. Een deel van de benodigde compressie kan hierdoor offshore bij de opslaglocatie plaatsvinden. Voor de elektriciteit benodigd voor deze offshore compressie wordt momenteel een directe aansluiting op een TenneT offshore onderstation met verbonden windpark op zee onderzocht. Daarmee kan de afhankelijkheid van een elektriciteitsaansluiting op het net aan land worden beperkt en de inzet van duurzame elektriciteit van het windpark worden vergroot.

Abeona kan met een relatief beperkt volume van start gaan en vervolgens verder worden opgeschaald. Het project kan starten met een jaarlijks pijpleidingvolume van 1,4 Mton. Dit kan worden aangevuld tot maximaal 2,5 Mton per jaar via de pijpleiding en daarnaast tot maximaal 5 Mtpa totaal via volumes die vloeibaar per schip worden geïnjecteerd. Daarmee ontstaat er een hybride CCS-systeem met een combinatie van leidingtransport en maritieme aanvoer. Deze combinatie biedt flexibiliteit in de aanvoer van CO_2. Zo kan het aanbod van CO_2-opslag meegroeien met een markt waarin CO_2-volumes van afzonderlijke uitstoters op verschillende momenten beschikbaar komen.

Doordat een investeringsbeslissing al bij een relatief beperkt startvolume mogelijk is, hoeft vooraf minder volume te worden gecontracteerd dan bij alternatieve projecten. Dit beperkt het vollooprisico – het risico dat onvoldoende volume beschikbaar komt om de infrastructuur rendabel te benutten – en maakt het project minder afhankelijk van het gelijktijdig beschikbaar komen van voldoende volumes CO_2. Hiermee neemt de onzekerheid voor een individuele industriële uitstoter af.

Daarmee voegt Abeona een aanvullende transport- en opslagroute toe aan de reeds bestaande en geplande Nederlandse CCS-infrastructuur. Het project kan extra capaciteit en flexibiliteit bieden, wat de keuzeopties voor industriële uitstoters vergroot. Deze technische uitgangspunten hebben mogelijk gevolgen voor de kostenstructuur van de totale CCS-keten. Met het hergebruik van bestaande infrastructuur, de mogelijkheid om met een relatief beperkt startvolume te beginnen en de flexibiliteit ten aanzien van de aanvoer van CO_2 wordt aangetoond dat Abeona tegen concurrerende (maatschappelijke) kosten kan opereren.

In het vervolg van deze studie wordt onderzocht wat deze projectspecifieke aspecten betekenen voor de SDE++ subsidiebehoefte.

[18] Abeona CCS
[19] Bureau Veritas. (2026). Bureau Veritas supports North Sea CO_2 transport milestone with Petrogas pipeline requalification.

7. Methode

De analyse vergelijkt de integrale ketenkosten van verschillende CCS-routes vanuit het perspectief van een industriële uitstoter. Daarbij staat niet één vaste CCS-route centraal. Welke route beschikbaar is en wat deze kost, is onder meer afhankelijk van de locatie, de kenmerken van de uitstoter en de beschikbare infrastructuur. Binnen eenzelfde uitstootprofiel worden de afvangkosten voor alle routes gelijk verondersteld. Daarmee zijn ze niet bepalend voor de onderlinge vergelijking van transport- en opslagroutes. Daarom worden afvangkosten niet gerapporteerd in de gemodelleerde ketenkosten.

De resultaten worden bekeken voor verschillende typen uitstoters en onderscheiden naar een aantal typen transport en eindopslag:

1. Gasvormig en vloeibaar transport met opslag bij Abeona
2. Vloeibare transport en opslag in het binnenland (Vloeibaar NL[20])
3. Vloeibare transport en opslag in het buitenland (Vloeibaar buitenland).
4. Dense-phase transport naar een opslag in het binnenland (Dense NL);

Voor Abeona wordt onderscheid gemaakt tussen de route per schip (1,1 Mtpa) en per pijpleiding (1,4 Mtpa of 2 Mtpa). Doordat deze routes gezamenlijke infrastructuur gebruiken is er sprake van bepaalde synergiën en afhankelijkheden. Daarnaast wordt inzicht gegeven in de situatie voor Abeona voor zowel het scenario met een pijpleidingvolume van 1,4 Mtpa als het scenario met een pijpleidingvolume van 2 Mtpa.

De druk bij gasfase-transport is, afhankelijk van onder andere gebruikelijke gemiddelde temperatuurcondities, maximaal 45 bar. Infrastructuur voor Dense-phase transport vereist een minimale transport druk van 75 bar en typisch wordt een operationele druk van boven de 100 bar gebruikt. Dit is specifiek voor de transportcondities naar de opslaglocaties die onder de Dense NL CCS-projecten vallen. Voor Abeona geldt dat de CO_2 gasvormig naar de opslaglocatie wordt getransporteerd, en daar pas naar Dense-phase wordt gecomprimeerd voor opslag. Bij zowel Vloeibaar NL en Vloeibaar buitenland wordt de CO_2 in vloeibare vorm aangeleverd voor opslag[21].

Opbouw van de CCS-keten

Voordat de volledige ketenkosten van CCS-routes berekend kunnen worden, is een goed beeld nodig van de verschillende stappen en transportmogelijkheden binnen de CCS-keten. Om inzicht te krijgen in deze mogelijkheden is een netwerkmodel opgesteld. Het netwerkmodel bestaat uit onderling koppelbare ketenstappen, die gezamenlijk verschillende routes vormen van een CO_2-bron naar een eindopslagpunt. De keten begint bij de afvang van CO_2 (bron) en eindigt bij de permanente opslag van CO_2.

De CCS-keten bestaat uit een aantal stappen die afhankelijk van de gekozen route al dan niet onderdeel van de keten zijn. De volledige keten kan bestaan uit de volgende stappen:

- Afvang
- Compressie of liquefactie
- Aansluiting op infrastructuur

[20] Vloeibaar NL is alleen in specifieke gevallen en voor specifieke toeleverancier een toepasbare optie.
[21] Opslag in CCS-project Porthos wordt in deze analyse niet meegenomen omdat de capaciteit van Porthos al vergeven is. Het is daarom niet realistisch dat de onderzochte uitstoters CO_2 zullen opslaan in dat specifieke CCS-project. Daarnaast zijn de ruimtelijke- en veiligheid-gerelateerde verschillen tussen de alternatieven in deze analyse niet meegenomen.

- Transport (zowel op land als op zee)
- Terminalfaciliteiten, aansluitingen op pijpleidinginfrastructuur en boosterstations
- Conditionering voor permanente opslag
- Permanente opslag

Binnen het netwerk kunnen ketenstappen op verschillende manieren met elkaar worden gecombineerd. Zo kan CO_2 na afvang worden gecomprimeerd en via een leiding worden vervoerd, maar ook vloeibaar worden gemaakt en vervolgens per vrachtwagen, trein, binnenvaartschip of zeeschip worden getransporteerd. Ook kunnen aanvullende overslag-, aansluitings-, of conditioneringsstappen nodig zijn voordat de CO_2 permanent kan worden opgeslagen. Het netwerkmodel maakt zo inzichtelijk welke combinaties technisch een volledige route van bron tot opslag vormen.

Modellering van CCS-routes

Om de verschillen tussen mogelijke CCS-routes inzichtelijk te maken worden in dit onderzoek drie representatieve bronlocaties onderscheiden:

1. Amsterdamse havengebied
2. Rotterdamse havengebied
3. Cluster 6 (verschillende locaties bij bedrijven in bijvoorbeeld Gelderland/Limburg/Noord-Brabant)

Voor ieder van deze situaties is via het netwerkmodel in kaart gebracht welke technisch realiseerbare CCS-routes beschikbaar zijn. De beschikbare infrastructuur en transportmogelijkheden verschillen per locatie, waardoor ook de mogelijke routes naar de drie onderscheiden eindopslagpunten verschillen.

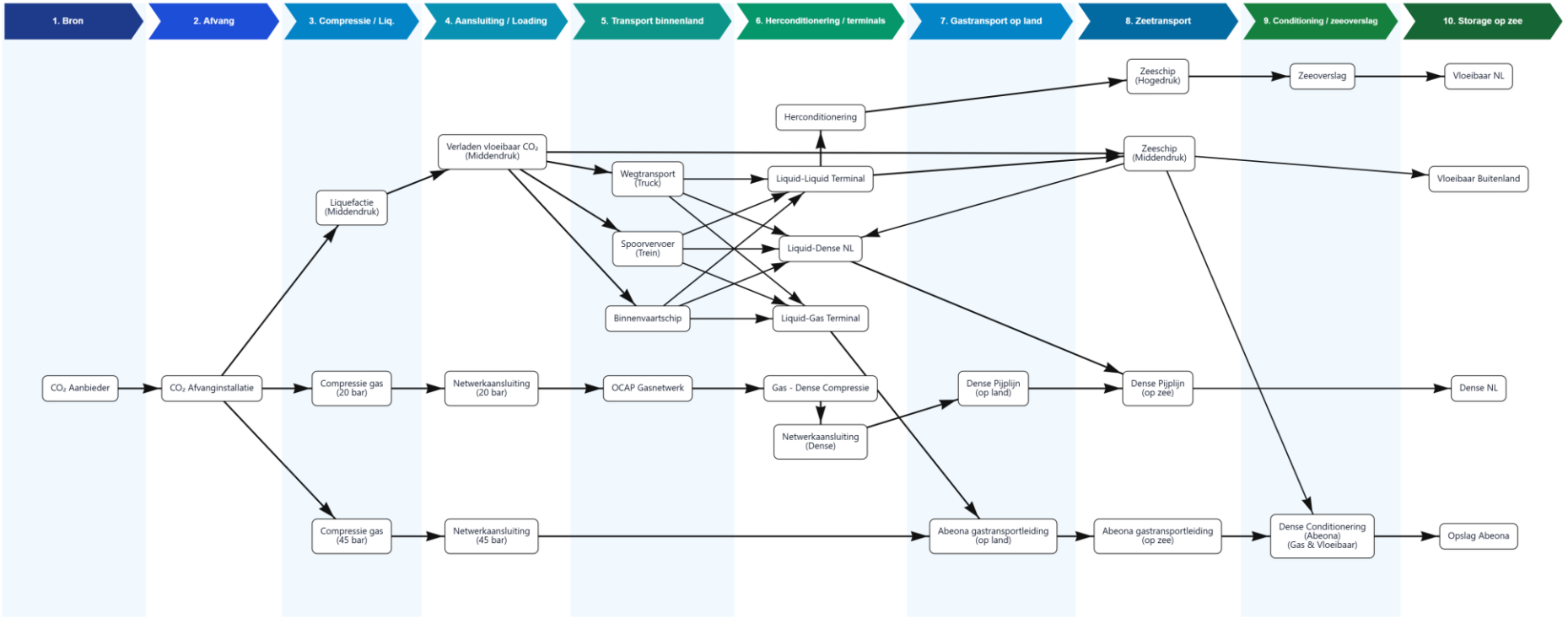
Voor uitstoters in de Amsterdamse en Rotterdamse havengebieden zijn directe aansluitingen op bestaande pijpleidinginfrastructuur mogelijk door gebruik te maken van het bestaande OCAP-netwerk[22], dat CO_2 via gaspijpleidingen transporteert, en de Porthos onshore leiding. Voor Cluster-6-bedrijven bestaat deze optie niet. Daarentegen kunnen zij gebruik maken van een aantal andere transport- en overslagcombinaties. De CO_2 wordt dan eerst via weg, spoor, binnenvaart of zeescheepvaart naar een ontvangstpunt vervoerd.

Voor de verschillende transportverbindingen zijn in het model indicatieve afstanden gehanteerd. Zo wordt voor het transport van CO_2 vanuit Cluster 6 naar een ontvangstterminal gerekend met afstanden van grofweg 170 tot 220 kilometer, terwijl voor uitstoters binnen een havencluster afstanden van zo'n 5 tot 35 kilometer worden gehanteerd. De gehanteerde afstanden vormen zo een consistente basis om verschillen tussen routes inzichtelijk te maken.

Op de volgende pagina is een schematische weergave opgenomen van het netwerkmodel voor Amsterdam, waarin de mogelijke routes naar verschillende eindopslagpunten zichtbaar zijn. De schematische weergaven van Rotterdam en Cluster 6 zijn opgenomen in Appendix B.

[22] OCAP (*Organic CO_2 for Assimilation of Plants*) is een bestaand pijpleidingnetwerk dat afgevangen CO_2 uit de industrie transporteert naar Nederlandse glastuinbouw voor hergebruik.

Schematische weergave CCS-keten Amsterdam



Bron: EqoLibrium

Bovenstaande figuur toont de opbouw van het netwerkmodel voor een uitstoter in het Amsterdamse havengebied. Van links naar rechts worden de opeenvolgende stappen in de CCS-keten weergegeven, van de CO_2-bron en afvang tot transport, conditionering en permanente opslag. Tussen deze stappen zijn verschillende verbindingen mogelijk. Hierdoor kan vanuit één bron een reeks technisch realiseerbare routes ontstaan, waarbij de benodigde ketenstappen afhangen van onder meer de gekozen transportoptie en het eindopslagpunt.

De figuur laat daarnaast zien dat verschillende routes uiteindelijk samenkomen bij de vier typen eindopslag die in dit onderzoek voor regio Amsterdam worden vergeleken: Abeona, Dense NL, Vloeibaar NL en Vloeibaar Buitenland. Het netwerk voor Amsterdam dient daarbij als illustratie. Voor Rotterdam en Cluster 6 is dezelfde modelstructuur toegepast voor enkel Abeona, Dense NL en Vloeibaar Buitenland, en verschillen de beschikbare verbindingen en daarmee de technisch realiseerbare routes.

Bepaling van ketenkosten

Voor iedere technisch realiseerbare CCS-route worden de kosten van de verschillende ketencomponenten afzonderlijk berekend. Elke extra stap veroorzaakt hierbij kosten, maar afzonderlijke schakels kunnen ook schaalvoordelen bieden. Over het algemeen dalen de ketenkosten wanneer er schakels in de keten kunnen worden overgeslagen. De kosten die toegerekend zijn aan ketencomponenten zijn gebaseerd op een combinatie van wetenschappelijke literatuur, modellen, publieke bronnen[23] en projectspecifieke gegevens. Deze projectspecifieke gegevens zijn gebruikt voor de kosten van routes naar Abeona en Vloeibaar NL.

Voor de Abeona-route wordt in het basisscenario uitgegaan van kostencomponenten die door Abeona zijn aangeleverd op basis van de eigen P50-analyse, ofwel het middenprijsscenario. Om de robuustheid van de resultaten te toetsen wordt daarnaast in de gevoeligheidsanalyse onder andere gekeken naar alternatieve kosteninschattingen op basis van de P10- en P90-scenario's. Bij deze scenario's is er sprake van een relatieve aanpassing van 10% aan de kosten voor terminals en aansluitingen, transportmodaliteiten en compressie/liquefactie. Daarnaast is er sprake van een aanpassing aan de elektriciteitskosten van 30%, waarbij EUR 100/MWh de benchmark is[24]. Voor Vloeibaar NL zijn we uitgegaan van beschikbare p50 data met een aanzienlijke onzekerheidsmarge.

Voor alternatieve CCS-routes (met name transport- en opslagkosten) zijn exacte kostenramingen voornamelijk gebaseerd op openbare bronnen. Voor de uitsplitsing van de kosten naar de verschillende ketenstappen wordt gekeken naar wetenschappelijke literatuur en modelmatige aannames om de betreffende kostencomponenten te benaderen.

Daarnaast zijn voor de Abeona-route maximale transport- en opslagcapaciteiten gehanteerd. De pijpleidinginfrastructuur kan een maximale capaciteit van circa 2,5 Mton CO_2 per jaar transporteren. In de praktijk wordt een capaciteit van circa 2 Mton CO_2 per jaar haalbaar geacht onder uiteenlopende operationele omstandigheden. Voor het basisscenario in de modelberekening wordt daarnaast uitgegaan van een jaarlijkse doorzet van 1,4 Mton CO_2 via de pijpleiding. Dit volume komt overeen met de minimaal benodigde hoeveelheid voor een positieve businesscase. Daarnaast wordt uitgegaan van 1,1 Mton CO_2 via *Direct Offshore Injection* (DOI). Samen vormen deze volumes een totale beschikbare capaciteit van 2,5 Mtpa. De maximale capaciteit van het Abeona systeem is 5 Mtpa.

Doorrekening van uitstootprofielen

Nadat aan alle stappen in de keten kosten zijn toegewezen, worden voor iedere locatie verschillende representatieve uitstootprofielen doorgerekend. Hierbij wordt onderzocht hoe verschillende uitstootprofielen doorwerken in de uiteindelijke ketenkosten en de beschikbaarheid van CCS-routes. De gemodelleerde uitstoters variëren daarbij van grofweg 100 tot 600 kton CO_2 per jaar. Deze getallen vormen een representatieve range van uitstoot gebaseerd op een uitvraag van Abeona bij bedrijven die potentieel CO_2 kunnen leveren.

[23] Zoals openbare informatie over CCS-infrastructuur, Xodus, de SDE++ en projecten als OCAP, CO_2next en ECOLOG.
[24] PBL houdt rekening met een groothandel elektriciteitsprijs van 70 EUR/MWh in 2030 (Klimaat- en Energieverkenning 2026 (KEV 2026)), maar gegeven de hoge electriciteitsprijs op het moment van schrijven van dit rapport is hiervan af geweken en een electriciteitsprijs van 100 EUR/MWh aangenomen met een ruime onzekerheidsmarge van 30%.

De uitstootprofielen zijn relevant omdat zij mede bepalen welke schaalvoordelen kunnen worden behaald en hoeveel energie en infrastructuur nodig zijn om de CO_2 af te vangen en verder door de keten te transporteren. Grotere CO_2-stromen kunnen leiden tot lagere kosten per ton doordat kosten van infrastructuur en installaties over meer volume kunnen worden uitgesmeerd. Tegelijkertijd zijn niet alle transportmodaliteiten geschikt voor iedere omvang van CO_2-stromen. Voor verschillende onderdelen van de keten zijn daarom maximale capaciteiten gehanteerd. Hierdoor kunnen bepaalde routes (bijvoorbeeld transport via trucks) voor kleinere uitstoters wel beschikbaar zijn, terwijl deze voor grotere uitstoters afvallen. Tot slot kunnen de totale ketenkosten onderling worden vergeleken.

Door de kosten van alle ketencomponenten voor een bepaalde route op te tellen ontstaat een integrale kostprijs per ton CO_2 voor de volledige CCS-keten. De uiteindelijke kosten voor een uitstoter worden daarmee niet alleen bepaald door de kosten van afzonderlijke ketencomponenten, maar ook door de mate waarin verschillende CCS-routes voor het betreffende profiel technisch realiseerbaar blijven. Op basis hiervan kunnen de verschillende routes onderling worden vergeleken en gerangschikt naar totale ketenkosten.

Interpretatie van de resultaten

De resultaten worden vervolgens op twee niveaus geanalyseerd. Allereerst worden de kosten van de verschillende CCS-routes vergeleken voor één individuele uitstoter van 250 kton CO_2 per jaar. Dit uitstootvolume is op alle drie de onderzochte locaties representatief en laat vrijwel alle gemodelleerde transportmogelijkheden open, waardoor de kostenverschillen tussen routes en eindopslagpunten goed vergelijkbaar zijn. De afvangkosten worden in deze resultaten niet meegenomen, omdat wordt aangenomen dat deze onafhankelijk zijn van de opslaglocatie. De routes naar vloeibare opslag in het binnenland zijn alleen voor de situatie van Amsterdam doorgerekend omwille van de beschikbaarheid van data voor deze routes.

Vervolgens wordt de analyse verbreed naar portfolioniveau. Op basis van de uitvraag van Abeona bij potentiële CO_2-aanbieders is een portfolio opgesteld. Met dit verwachte portfolio aan uitstoters wordt geanalyseerd wat de kostenverschillen – en daarmee subsidieverschillen – zijn met de andere CCS-projecten. Het gezamenlijke volume van dit portfolio telt op tot 2,5 Mton in overeenkomst met de Abeona-capaciteit voor het model. In deze portfolio-analyse worden de gemiddelde ketenkosten voor het gehele portfolio doorgerekend voor de verschillende CCS-projecten, waarbij voor elke uitstoter de meest kostenefficiënte en technisch haalbare route geldt.

Ook voor de portfolioanalyse worden de afvangkosten als onafhankelijk van de opslaglocatie beschouwd, en worden niet meegenomen. Verschillen in subsidie worden niet beïnvloed door afvangkosten omdat deze gelijk zijn voor alle opslaglocaties. Voor de doorvertaling naar subsidievrije CCS worden afvangkosten wel meegenomen. Deze zijn immers bepalend voor de totale kosten en daarmee hoeveel subsidie er nodig is voor de onrendabele top van een project.

Door de uitvraag van Abeona is de voorkeursroute van dit portfolio voor Abeona bekend. Voor de routes naar andere CCS-projecten wordt de modeluitkomst bepaald op basis van de meest kostenefficiënte route. In zijn algemeenheid wordt in de portfolio-analyse rekening gehouden met de voor iedere uitstoter beschikbare routes en de capaciteit van de infrastructuur. Daarmee geeft de portfolio-analyse een beeld van de gemiddelde ketenkosten wanneer de beschikbare capaciteit door meerdere uitstoters wordt benut.

Doordat de route Vloeibaar NL alleen voor de situatie van Amsterdam zijn doorgerekend, vormen deze routes geen onderdeel van de portfolio-analyse.

De kosten per ton afgevangen CO_2 worden in de resultaten opgedeeld in transport- en opslagkosten en overige kosten. De transport- en opslagkosten betreffen de laatste vier stappen uit de keten, namelijk gastransport op land, zeetransport, conditionering/zee-overslag en opslag op zee. De andere stappen in de keten vallen onder de term overige kosten; compressie/liquefactie, aansluiting/loading, transport binnenland en herconditionering/terminals.

8. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten in twee delen besproken. Eerst worden de optimale ketenkosten zonder afvangkosten van verschillende CCS-routes voor een individuele uitstoter vergeleken. Hierbij worden eerst de ketenkosten voor een uitstoter uit Amsterdam uiteengezet, gevolgd door de ketenkosten voor een uitstoter uit Rotterdam en uit Cluster 6. Voor Cluster 6 zijn de belangrijkste locatiespecifieke kenmerken gegeneraliseerd. Hierdoor zijn deze resultaten niet rechtstreeks vergelijkbaar met de uitstoter in Rotterdam en Amsterdam.

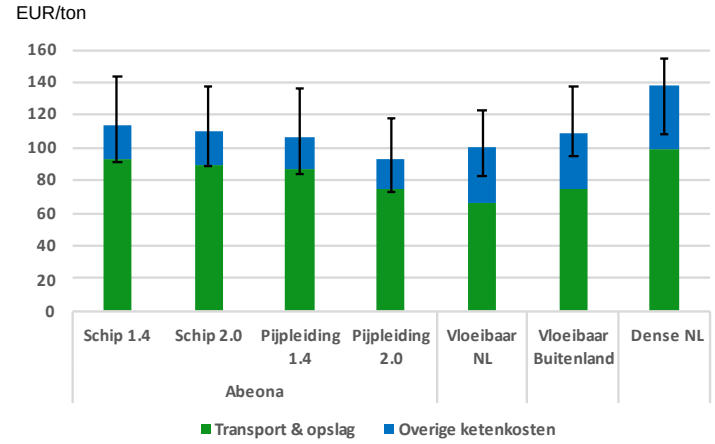
Vervolgens wordt in de portfolio-analyse onderzocht wat de gemiddelde ketenkosten zonder afvangkosten zijn voor een bepaalde groep (portfolio) van uitstoters wanneer gezamenlijk gebruikt wordt gemaakt van beschikbare routes en capaciteit. Hier wordt naast een pijpleidingbenutting van 1,4 Mtpa ook gekeken naar de effecten op ketenkosten wanneer de pijpleidingbenutting 2 Mtpa wordt. Bovendien worden hier de P10- en P90-scenario's toegevoegd.

Deel 1. Optimale ketenkosten voor een uitstoter in Amsterdam, Rotterdam en Cluster 6

Optimale ketenkosten voor een uitstoter in Amsterdam

Voor een individuele uitstoter (250 kton) is de route met de Abeona-pijpleiding, met een pijpleidingcapaciteit van 2 Mtpa, naar de Abeona-opslag het minst kostenintensief. Voor deze route geldt een kostenrange van EUR 73-118/ton.

Ketenkosten voor 250 kton uitstoter in Amsterdam (excl. afvangkosten)



Bron: EqoLibrium

De ranges in deze grafiek geven de P10 en P90 kostenscenario's weer.

Voor de meest kostenefficiënte route naar opslag in Vloeibaar NL zijn, in vergelijking met andere opslaglocaties, de kosten voor transport en opslag het laagst. De overige ketenkosten voor deze route zijn juist relatief hoger dan voor de andere routes[25]. Bij de route naar Vloeibaar NL wordt er na afvang van CO_2 eerst gebruik gemaakt

[25] Zoals toegelicht in het methodehoofdstuk zijn de ketenkosten voor deze route vanuit Rotterdam en cluster 6 niet bekend door een gebrek aan data.

van transport per binnenvaartschip (middendruk[26]) om vervolgens per zeeschip (hoge druk) bij opslag op zee aan te komen. Deze route is wel alleen toepasbaar voor specifieke projecten en specifieke toeleveranciers.

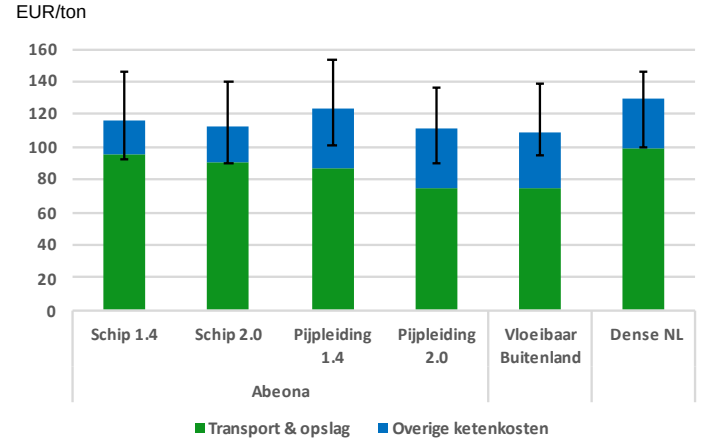
Daarna zijn er twee routes die vergelijkbare ketenkosten kennen. De route om vanuit Amsterdam per pijpleiding, met een capaciteit van 1,4 Mtpa, CO_2 op te slaan in de Abeona-opslag is er hier één van. Via deze route wordt de CO_2 na afvang gecomprimeerd tot 45 bar en vervolgens via pijpleidingtransport naar de opslag op zee gebracht waar het voor permanente opslag op de juiste druk wordt gebracht. Deze route haalt vooral een kostenvoordeel uit de overige ketenkosten. De route naar Vloeibaar Buitenland verloopt via binnenvaartschepen vóórdat de CO_2 per zeeschip naar de eindopslag gaat.

Tot slot vallen de kosten voor de routes vanuit Amsterdam via een dense-phase infrastructuur relatief hoog uit. De kostenrange hiervoor bedraagt EUR 109-154/ton. Hoewel de overige ketenkosten hier niet gunstig uitvallen, wordt het grootste verschil voornamelijk bepaald door de relatief hoge transport- en opslagkosten. Deze zijn grotendeels het gevolg van grootschalige nieuwe infrastructuur.

Optimale ketenkosten voor een uitstoter in Rotterdam

Voor een 250 kton uitstoter uit Rotterdam zijn de kosten voor opslag in Abeona via pijpleiding en schip met een pijpleidingcapaciteit van 2 Mtpa, en de kosten voor opslag in Vloeibaar Buitenland van dezelfde ordegrootte. Er is hier sprake van een kostenrange van EUR 90-140/ton. Net als voor regio Amsterdam, zijn voor een uitstoter uit Rotterdam de kosten voor opslag in Dense NL relatief het hoogst, met een kostenrange van EUR 100-146/ton. Daarnaast is er voor opslag in Abeona met CO_2-aanvoer via de pijpleiding met een capaciteit van 1,4 Mtpa sprake van relatief hogere kosten dan voor andere routes. De kostenrange voor deze route is EUR 101-153/ton.

Ketenkosten voor 250 kton uitstoter in Rotterdam (excl. afvangkosten)



Bron: EqoLibrium

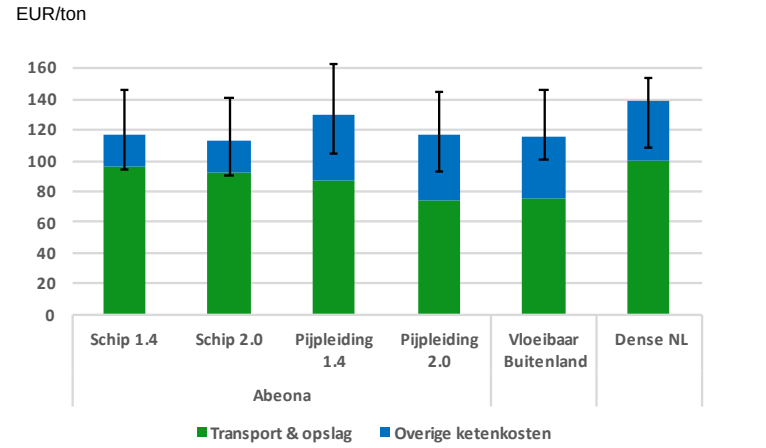
De ranges in deze grafiek geven de P10 en P90 kostenscenario's weer.

[26] In deze studie gaat het bij middendruk om 15 bar - 30oC, terwijl bij hogedruk 40 bar 5oC is.

Optimale ketenkosten voor een uitstoter in Cluster 6

Voor een individuele uitstoter (250 kton) in Cluster 6 hebben een aantal routes vergelijkbare ketenkosten. Dit geldt voor de route naar Abeona via schip en pijpleiding bij een pijpleidingcapaciteit van 2 Mtpa, voor de route per schip naar Abeona bij een pijpleidingcapaciteit van 1,4 Mtpa en voor de route naar Vloeibaar Buitenland. Bij de routes per schip naar Abeona zijn de transport- en opslagkosten relatief hoger dan voor andere routes.

Ketenkosten voor 250 kton uitstoter in Cluster 6 (excl. afvangkosten)



Bron: EqoLibrium

De ranges in deze grafiek geven de P10 en P90 kostenscenario's weer.

Wanneer we inzoomen op de ketenstructuur van routes, zien we dat de CO_2 binnen de route Vloeibaar Buitenland eerst per binnenvaartschip wordt vervoerd en vervolgens per zeeschip naar de eindopslag in het buitenland gaat. Binnen de route naar Abeona per schip wordt de CO_2 na afvang en liquefactie direct per zeeschip naar de eindopslag getransporteerd. Daarmee slaat de Abeona-route de stap van binnenvaart over.

Dit verschil in ketenstructuur hangt samen met de benodigde tijdelijke CO_2-opslag bij de uitstoter. Voor de route Vloeibaar Buitenland wordt uitgegaan van een relatief groot zeeschip. Directe lading van dit schip vraagt om voldoende tijdelijke opslagcapaciteit op locatie om het benodigde volume voor een scheepslading te kunnen bufferen. Bij een uitstoter van 250 kton per jaar is deze opslag relatief kostenintensief. Het is daarom kostenefficiënter om de CO_2 in kleinere volumes per binnenvaartschip af te voeren naar een gedeelde terminal, van waaruit een groter zeeschip wordt geladen.

Bij Abeona kunnen kleinere zeeschepen frequenter CO_2 ophalen. Hierdoor is minder tijdelijke opslagcapaciteit bij de uitstoter nodig en kan de CO_2 direct per zeeschip worden afgevoerd. Deze vergelijking laat zien dat een groter aantal stappen in de keten niet automatisch leidt tot hogere ketenkosten.

De kosten voor de pijpleidingroute van uitstoters in Cluster 6 naar Abeona zijn bij een pijpleidingcapaciteit van 1,4 Mtpa relatief hoog. Hoewel de transport- en opslagkosten voor deze route op zichzelf competitief zijn, zijn de overige ketenkosten van deze route relatief kostenintensief. Dit geldt ook voor de pijpleidingroute met een capaciteit van 2,0 Mtpa. De hoge overige ketenkosten komen doordat de CO_2 via deze route door verschillende terminals moet waarmee het product meerdere keren geconditioneerd moet worden. Tot slot noteren de kosten voor de route naar Dense NL een range van EUR 109-154/ton. Hier vallen met name de transport- en opslagkosten relatief hoog uit.

Deel 2. Portfolio-analyse

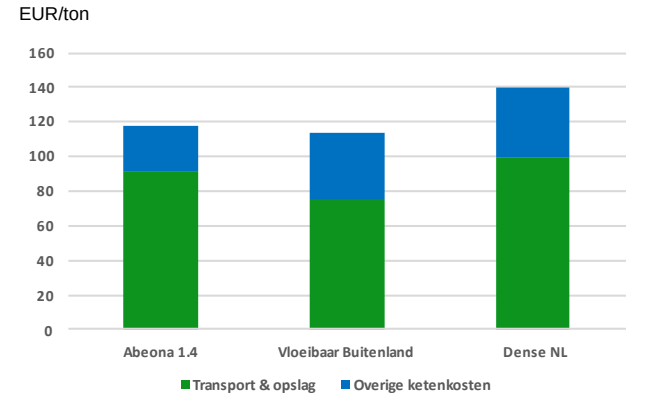
In dit deel van de analyse wordt er gekeken naar de kosten van het verwachte portfolio van het Abeona-project. Vervolgens wordt er een doorvertaling gemaakt naar de gevolgen voor SDE++-subsidie. Omdat de afvangkosten gelijk worden verondersteld voor elke uitstoter, maken ze geen expliciet onderdeel uit van de modelresultaten. In de praktijk zijn afvangkosten sterk afhankelijk van het beschikbare aanbod van CO2, de verdeling over verschillende modaliteiten en de benutting van gedeelde infrastructuur. In de analyse ten aanzien van de gevolgen voor subsidievrije CCS worden de afvangkosten wel meegenomen, aangezien CCS alleen subsidievrij kan wanneer de totale ketenkosten inclusief afvang lager zijn dan de ETS-prijs.

Abeona-portfolio

Binnen het verwachte portfolio van Abeona zijn er uitstoters in Amsterdam, Rotterdam en Cluster 6. Ook voor deze uitstoters zijn kostenefficiëntie en technische haalbaarheid bepalend voor de uiteindelijke ketenroute. De modelresultaten laten zien dat uitstoters uit de regio Amsterdam hun CO_2 via pijpleidingen naar de opslag vervoeren. Uitstoters uit Rotterdam zullen na liquefactie de vloeibare CO_2 op een truck of binnenvaartschip, of direct op een zeeschip laden om de uitstoot naar de opslag te vervoeren. Voor Cluster 6 is de route ook afhankelijk van de uitstoter. Voor een aantal uitstoters geldt dat de CO_2 direct in vloeibare vorm op een zeeschip wordt geladen. Voor andere uitstoters wordt de CO_2 in vloeibare vorm per trein of binnenvaartschip naar een terminal gebracht. Daar wordt het in gasvorm via een pijpleiding, of in vloeibare vorm op een zeeschip naar de opslag vervoerd.

De verschillende ketenroutes per uitstoter bepalen de gemiddelde kosten van dit portfolio voor de verschillende CCS-projecten. De routes die voor de uitstoters van dit portfolio als het meest kostenefficiënt en haalbaar uit de analyse komen, worden weergegeven in Appendix C. De gemiddelde kosten om de uitstoot van dit portfolio in het Abeona-project op te slaan en de route naar Vloeibaar Buitenland zijn van dezelfde orde grootte. Wanneer ditzelfde portfolio wordt opgeslagen in Dense NL, zijn de gemiddelde kosten hoger. Zowel de transport- en opslagkosten, als de overige kosten zijn hoger voor Dense NL dan voor Abeona. De overige ketenkosten van Dense NL en Vloeibaar Buitenland zijn vergelijkbaar.

Ketenkosten portfolio per opslagproject (excl. afvangkosten)



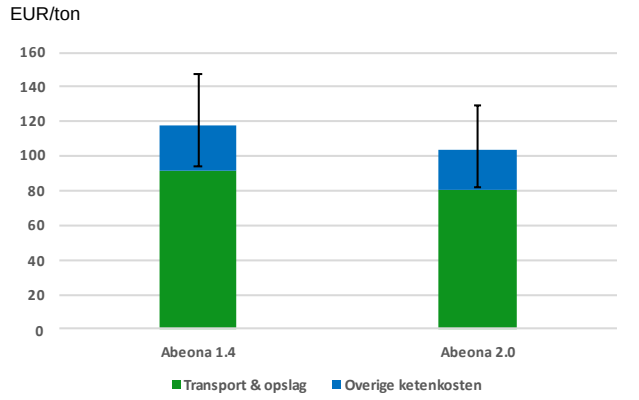
Bron: EqoLibrium

Bij voldoende vraag is het technisch gezien mogelijk om de pijpleidingcapaciteit van Abeona op te schalen naar 2 Mtpa, waardoor er in combinatie met 1,1 Mtpa DOI, jaarlijks 3,1 Mtpa kan worden opgeslagen. Dit heeft

gevolgen voor de kostenopbouw van Abeona. De andere CCS-projecten worden niet geraakt door deze geringe stijging in capaciteit, omdat deze geen gebruik maken van de specifieke pijpleiding. Een capaciteitsvergroting tot 5 Mtpa laat bij andere projecten geen kostendaling zien.

De schaalvoordelen van een hogere pijpleidingbenutting zorgen voor een daling in de gemiddelde kosten per ton CO_2 voor dit portfolio. Daarmee dalen de kosten van EUR 118/ton naar EUR 104/ton. Naast dat lagere kosten voor een specifiek CCS-project de keuze voor een opslaglocatie van een uitstoter kan bepalen, is het ook bepalend voor de subsidie-intensiteit die nodig is om de onrendabele top van CCS te compenseren. In het geval van een capaciteitsuitbreiding boven de 5 Mtpa bij andere projecten kan er sprake zijn van vergelijkbare gevolgen.

Kosten per ton CO_2 per pijpleiding capaciteit



Bron: EqoLibrium

De ranges in deze grafiek geven de P10 en P90 kostenscenario's weer.

Subsidie-intensiteit

Het verschil tussen kostprijs van het portfolio en de ETS-prijs bepaalt de gemiddelde subsidie-intensiteit voor het portfolio. Met de gemiddelde ETS-prijs in 2025 van EUR 67/ton[27] is er voor Abeona gemiddeld genomen een subsidie van EUR 51/ton nodig om te compenseren voor de onrendabele top van de keten na het afvangen van de CO_2. Hier worden afvangkosten niet in meegenomen. Voor opslag in het buitenland is deze subsidie-intensiteit vergelijkbaar. Voor Dense NL is er gemiddeld EUR 72/ton aan subsidie nodig voor de onrendabele top van dit deel van de keten.

Door het verhogen van de capaciteit van de pijpleiding van Abeona daalt de gemiddelde subsidie-intensiteit van dit portfolio. De subsidie-intensiteit daalt van EUR 128 miljoen per jaar naar EUR 115 miljoen per jaar bij een ETS-prijs van EUR 67/ton[28].

Voor het onderzochte portfolio kan er jaarlijks minimaal EUR 52,5 miljoen aan SDE++-subsidie worden bespaard door CO_2 op te slaan in Abeona of het buitenland ten opzichte van in Dense NL. Uitgaande van een totale capaciteit van 30-50 Mt en een looptijd van vijftien jaar, kan er in totaal zo'n 788 miljoen aan subsidie

[27] Nationale Emissieautoriteit
[28] (118-67)*2500000 = 127,5 miljoen en (104-67)*3100000 = 114,7 miljoen

worden bespaard[29]. Bij opslag in het buitenland worden Nederlandse subsidiemiddelen ingezet voor opslagprojecten in het buitenland. Aangezien dit tot CO_2-reductie leidt in Nederland is opslag in het buitenland van toegevoegde waarde om de klimaatdoelen te behalen. De economische voordelen kunnen voor Nederland echter groter zijn wanneer opbrengsten door Nederlandse bedrijven, met personeel in Nederland, opnieuw geïnvesteerd kunnen worden. Daarnaast draagt opslag van CO_2 in Nederland bij aan de doelstellingen voor de Europese *Net Zero Industry Act*, opslag buiten de EU niet.

Subsidievrij

Uiteindelijk is het voor de staatskas, de businesscase van CCS-projecten en de ontwikkeling van uitstootreductie positief om zo min mogelijk of uiteindelijk geen SDE++-subsidie nodig te hebben. CCS kan subsidievrij wanneer de kostprijs van het project (inclusief afvangkosten) lager is dan de ETS-prijs. De prognoses over hoe de ETS-prijs zich zal ontwikkelen verschillen sterk. In de KEV 2026 schat het PBL de ETS-prijs voor 2030 op EUR 101/ton en in 2035 op EUR 138/ton[30]. Volgens Materia zal de ETS-prijs respectievelijk EUR 120/ton en EUR 159/ton zijn in 2030 en 2035[31]. Voor de figuur in deze analyse wordt de Materia-prognose aangehouden.

Met specifieke uitstoters uit Amsterdam, Rotterdam en Cluster 6 kan met realistische voorbeelden worden weergegeven hoe afvangkosten verschillen voor verschillende processen, en daarmee bepalend zijn voor de subsidie-intensiteit. De uitstoters in deze analyse komen niet uit het Abeona-portfolio, en hebben daarmee andere uitstootprofielen dan de uitstoters uit het portfolio. Op basis van deze aanpak kan duidelijk worden geïllustreerd voor welke processen subsidievrije CCS haalbaar en realistisch is.

Met de gemiddelde ETS-prijs uit 2025 is het voor geen enkel project mogelijk om subsidievrije CCS te realiseren. Zowel de gemiddelde kostprijs van het portfolio, als de laagst mogelijke ketenkosten zonder afvangkosten zijn immers al hoger dan de gemiddelde ETS-prijs van EUR 67/ton in 2025. Wanneer de ETS-prijs stijgt ontstaan er echter mogelijkheden. Bepaalde uitstoters hebben lage afvangkosten. Deze uitstoters zouden met een hogere ETS-prijs als eerste subsidievrij CO_2 kunnen opslaan. De afvangkosten worden gedreven door CO_2-concentratie en de hoeveelheid uitgestoten CO_2.

Voorbeelden van processen met lage afvangkosten zijn biologische processen met fermentatie en vergisting of chemische oxydatie-processen. Doordat er bij deze processen nagenoeg pure CO_2 vrijkomt, hoeft er geen aparte afvang plaats te vinden en is CO_2 een bijproduct. Voor biogene CO_2 hoeft een uitstoter geen ETS te betalen omdat de CO_2 een biogene oorsprong heeft. Voor een bio-ethanol en biogasfabriek is er sprake van biogene CO_2. Wanneer CCS wordt toegepast op deze biogene CO_2 kan dit leiden tot negatieve emissies. De hoeveelheid negatieve emissies is afhankelijk van de CO_2 uitstoot van de verschillende stappen in de keten.

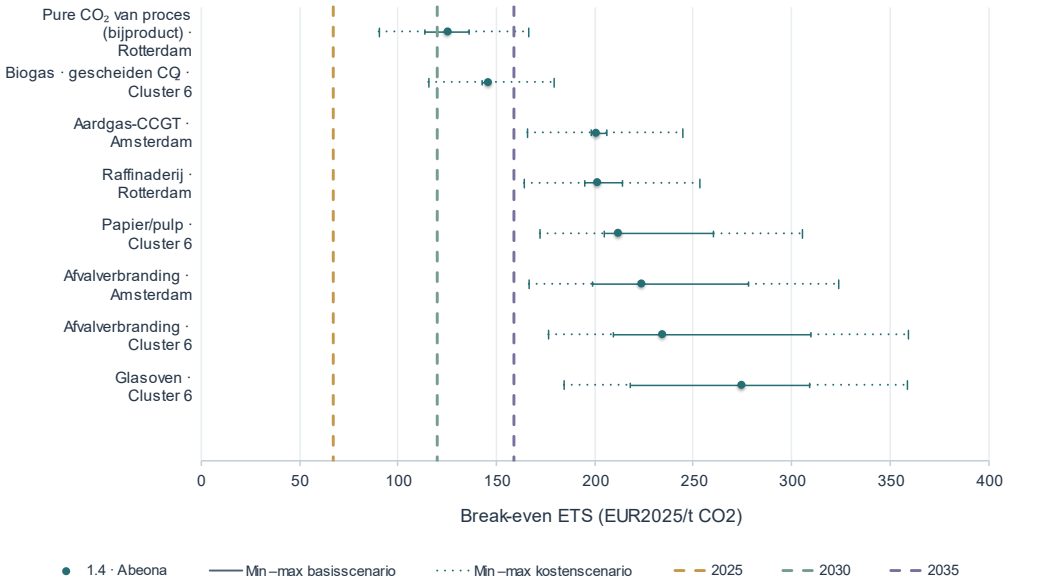
Voor deze negatieve emissies geldt er in Europa een aparte certificatenhandel waarbij de prijs van negatieve emissies buiten het ETS om tot stand komt. In de toekomst kan er sprake zijn van een premium op deze certificaten ten opzichte van de ETS-prijs. In deze analyse wordt aangenomen dat voor biogene CO_2 dezelfde ETS-prijs geldt als voor fossiele CO_2, waardoor de resultaten over subsidie-intensiteit de meest conservatieve inschatting zijn.

---

[29] (52,5*15 = 787,5) Om de potentiële subsidiebesparing van EUR 788 miljoen te halen, moet de ETS-prijs onder de kostprijs van Abeona blijven. Een ETS-prijs tussen de kostprijs van Abeona en Dense NL leidt tot een kleinere subsidiebesparing.
[30] PBL. (2026). Klimaat- en Energieverkenning 2026.
[31] Materia. (2026). EU ETS Review: We updated our EUA Price Forecast.

Wanneer processen waarbij pure CO_2 als bijproduct vrijkomt de goedkoopste ketenroute nemen die mogelijk is, is CCS al subsidievrij mogelijk met een ETS-prijs van EUR 114/ton. Na deze processen is het voor een biogasinstallatie haalbaar om subsidievrij te opereren wanneer de ETS-prijs minimaal EUR 146/ton is. Dit scenario valt binnen de Materia prognose. Subsidievrije CCS bij een ETS-prijs van minimaal EUR 116/ton kan ook mogelijk zijn voor een biogas-installatie wanneer de daadwerkelijke ketenkosten inclusief afvangkosten lager zijn dan verwacht (in het P10-kostenscenario).

ETS-breakeven van Nederlandse bronmix voor opslag in Abeona



Bron: EqoLibrium

Het min-max basisscenario in dit figuur weergeeft de verschillen in kosten afhankelijk van de uiteindelijke ketenroute in het P50-kostenscenario. Het min-max kostenscenario weergeeft de alternatieve scenario's voor de kosten van de terminals, aansluitingen, transportmodaliteiten, compressie/liquefactie en elektriciteit. Dit zijn de P10 en P90-kostenscenario's. De verticale lijn voor 2025 laat de gemiddelde ETS-prijs in 2025 zien, en de andere verticale lijnen zijn de mogelijke prognoses voor de ETS prijs in 2030 en 2035, gebaseerd op Materia (2026).

Voor andere processen met een lagere CO_2-concentratie zijn de afvangkosten hoger, en lijkt subsidievrije CCS buiten handbereik met de Materia prognose. In bijvoorbeeld raffinageprocessen waarbij met aardgas warmte wordt geproduceerd is er sprake van een concentratie van maximaal 8 tot 10% CO_2. Voor een pulp en papierfabriek met een grootte van gemiddeld 500 kton/jaar en een CO_2-concentratie van 13%, kost het afvangen gemiddeld EUR 97/ton[32]. Bij een afvalverbrander met een grootte van gemiddeld 250 kton/jaar en een CO_2-concentratie van 10%, kost het afvangen gemiddeld EUR 115/ton. Voor deze processen is er een kleiner verschil nodig tussen de kostprijs en ETS-prijs om richting subsidievrij te bewegen.

Bij een hogere pijpleidingcapaciteit voor Abeona is de kostprijs voor de ketenroute goedkoper door schaalvoordelen. Door de lagere ketenkosten van zo'n EUR 14/ton is subsidievrije CCS eerder haalbaar. Dit geldt ook wanneer ETS-prijzen harder stijgen dan nu wordt verwacht.

[32] Wiltink, T. (2026). Scaling down to scale up Design of high-temperature.

Conclusie

In het streven naar klimaatneutraliteit – en daarmee het tegengaan van verdere opwarming van de aarde – richting 2050, zijn alle opties nodig om de CO_2-uitstoot zo snel mogelijk verder omlaag te brengen. Minder verbruik van energie en verduurzaming van de energiemix zijn hierbij belangrijke stappen in de goede richting. Maar voor die onderdelen waar verduurzaming (nog) geen optie is, helpt het afvangen en opslaan van CO_2 (CCS) als aanvulling bij het versneld reduceren van de uitstoot.

Gezien de reductieopgave en het tijdspad dat daaraan gekoppeld is, zijn dan ook alle CCS projecten die gepland zijn nodig om de gestelde klimaatdoelen te halen, zowel in het binnenland als in het buitenland. In Nederland kan het Abeona-project een belangrijke rol spelen bij het versneld opschalen van CCS.

Abeona: Een welkome aanvulling in het CCS-landschap

De afgelopen jaren is de ontwikkeling van CCS in een stroomversnelling gekomen en zien we deze markt snel volwassen worden. Nederland en de Noordzee spelen hierin een belangrijke rol. Met veel industrie, een grote reductieopgave, een deels bestaande infrastructuur en de mogelijkheid tot opslaan van CO_2 dicht bij de bron, is Nederland daarvoor goed gepositioneerd.

Abeona kan CO_2 opslaan tegen concurrerende kosten doordat zij gebruik kunnen maken van bestaande infrastructuur, de mogelijkheid hebben van verschillende aanvoerroutes en met relatief kleine volumes al betrekkelijk snel van start kunnen. Met de realisatie van Abeona kan vanaf vroeg in de jaren 2030 zo'n 2,5 Mtpa additionele CO_2-reductie worden gerealiseerd. Dit volume kan in de toekomst verder worden uitgebouwd naar zo'n 5 Mtpa.

Daarnaast vergroot het Abeona-project de keuzemogelijkheden voor (Nederlandse) CO_2-aanbieders. Zo vormt het een aanvulling op het huidige CCS-landschap dat vooralsnog bestaat uit de bestaande vloeibare en dense-phase routes. De Abeona-opslagcapaciteit kan bovendien worden benut door een combinatie van pijpleidingtransport en DOI. Deze routes vormen een synergie waarbij gebruik van de ene route kan leiden tot een kostendaling voor de andere route en omgekeerd.

Meerdere routes zijn concurrerend

Uit het eerste deel van de resultaten blijkt dat Abeona voor een uitstoter van 250 kton uit Amsterdam of Rotterdam meerdere routes biedt die concurrerend zijn met alternatieve CCS-routes. Voor een uitstoter in Amsterdam geldt de pijpleidingroute naar Abeona bovendien als een van de meest aantrekkelijke opties.

Voor een uitstoter van 250 kton in Cluster 6 geldt de vloeibare route per schip naar Abeona als een van de meest kostenefficiënte CCS-routes. Deze route telt nagenoeg dezelfde ketenkosten als de route van vloeibare opslag in het buitenland en scoort significant beter dan CCS-ketens naar overige Nederlandse opslag via een dense-phase infrastructuur. Daarmee vormt Abeona ook voor uitstoters buiten Amsterdam en Rotterdam een concurrerend alternatief binnen de onderzochte routes.

Subsidie-intensiteit neemt steeds verder af…

Voor de businesscase van CCS zijn met name het EU ETS en de SDE++ relevant. Daarbij speelt niet alleen de vraag wat CCS een bedrijf kost, maar ook welke publieke ondersteuning nodig is om een project van de grond te krijgen. Uit het onderzoek blijkt dat naarmate de kosten van CCS dalen als gevolg van efficiëntie en schaalvoordelen, de behoefte aan subsidie afneemt.

Uit de portfolio-analyse is gebleken dat de opslag van het portfolio in Abeona en het buitenland vergelijkbaar is in kosten, terwijl deze kosten hoger zijn voor Dense NL. De gemiddelde subsidie-intensiteit van Abeona en Vloeibaar buitenland ligt daarmee ook lager. Al met al kan er minimaal EUR 52,5 miljoen per jaar aan publieke middelen worden bespaard met de inzet van Abeona. Deze besparing loopt op naar EUR 788 miljoen over de looptijd van het project en kan zelfs verder oplopen wanneer de capaciteit van de Abeona-pijpleiding wordt uitgebreid naar 2,0 Mtpa.

… en subsidievrije CCS komt langzaam maar zeker in zicht

Onder voorwaarden is het zelfs mogelijk om steeds meer subsidievrije CCS te ontwikkelen. Als de ETS-prijs de prognoses van het PBL en Materia zal volgen, en daarmee zal stijgen naar EUR 100/ton (PBL) of EUR 120/ton (Materia) in 2030, is subsidievrije CCS voor bepaalde processen reeds mogelijk. Dit geldt zeker voor processen met lage afvangkosten wanneer deze de meest kostenefficiënte route volgen van de installatie naar de opslaglocatie.

Het onderzoek laat zien dat verdere inzet op kostprijsreductie van CCS zal lonen. Maar daarnaast is politieke wil en inzet nodig om het klimaatbeleid te blijven ondersteunen en beprijzing voor CO_2-uitstoot aan te blijven scherpen. Iets dat wellicht op het oog in een momenteel geopolitieke spannende wereld uitdagend lijkt voor de korte termijn, maar essentieel zal blijken bij het behalen van onze klimaatdoelen op de langere termijn. In dat geval zal richting 2035, bij de verwachte ETS-prijsstijging, voor steeds meer routes de subsidie-behoefte afnemen.

9. Begrippenlijst

Begrip	Definitie
Cluster 6	Verzamelnaam voor energie-intensieve industriebedrijven die buiten de vijf grote geografische industrieclusters van Nederland zijn gevestigd
Compressie	Proces waarbij CO_2 op druk wordt gebracht met compressoren om het geschikt te maken voor transport, opslag of verdere verwerking
Conditionering	Het behandelen van CO_2 zodat deze aan de kwaliteitseisen voldoet voor transport of opslag. Dit kan een combinatie van drogen, voorverwarmen, zuiveren, compressie, koeling en liquefactie zijn.
Dense phase CO_2	CO_2 die na compressie onder hoge druk (boven de 74 bar) naar een opslag in het binnenland wordt getransporteerd
Directe Offshore Injectie	Een methode binnen CCS waarbij afgevangen CO_2 rechtstreeks vanaf een schip of installatie wordt geïnjecteerd in de onderzeese opslag.
(EU) ETS	Europees emissiehandelssysteem waarbij bedrijven rechten moeten kopen voor elke ton CO_2 die ze uitstoten
Gasfase CO_2	CO_2 die na compressie tot een bepaalde druk gasvormig door de CCS-keten gaat
Liquefactie	Proces waarbij CO_2 door te comprimeren en te koelen van een gasvormige naar vloeibare toestand wordt omgezet
Mtpa	Megaton per jaar
P10	Kostenscenario waarbij de ketenkosten ongeveer 10% lager uitvallen en de elektriciteitsprijs 30% lager is dan in het middenscenario
P50	Middenscenario voor de kosten van de keten, met een elektriciteitsprijs van EUR 100/MWh
P90	Kostenscenario waarbij de ketenkosten ongeveer 10% hoger uitvallen en de elektriciteitsprijs 30% hoger is dan in het middenscenario
SDE++	Subsidie Stimulering Duurzame Energietransitie. Deze regeling geeft subsidie aan hernieuwbare energie opwekken of CO_2-uittoot reduceren
Vloeibare CO_2	CO_2 die na liquefactie in vloeibare vorm in Nederland of het buitenland getransporteerd en opgeslagen wordt

Appendix A

Naast het EU ETS en de SDE++ zijn er overige beleidskaders die van invloed zijn op de *businesscase* van CCS-projecten[33]. Voor de vraag naar CCS-technologie is de EU Net Zero Industry Act (Verordening (EU) 2024/1735). De NZIA heeft als doel de Europese productie- en infrastructuurcapaciteit voor schone technologieën te vergroten. CCS wordt daarbij erkend als een essentiële technologie voor de decarbonisatie van energie-intensieve industrieën. Om CCS op te schalen, bevat de Verordening een doel om uiterlijk in 2030 ten minste 50 miljoen ton CO_2-injectiecapaciteit per jaar beschikbaar te hebben binnen de EU. Om dit doel te bereiken worden olie- en gasproducenten in de EU verplicht bij te dragen aan de ontwikkeling van operationele geologische CO_2-opslaglocaties. Ook bevat de Verordening maatregelen voor versnelde vergunningverlening en investeringen in CO_2-opslaginfrastructuur. De NZIA verplicht lidstaten tevens gegevens over potentiële opslaggebieden en bepaalde geologische gegevens openbaar te maken.

Daarnaast zijn er verschillende wetgevingskaders die impact hebben op wanneer koolstofverwijdering of opslag daadwerkelijk wordt erkend op Europees niveau. Verordening (EU) 2024/3012 stelt een (vrijwillig) certificeringskader vast voor permanente koolstofverwijderingen, koolstoflandbeheer (carbon farming) en koolstofopslag in producten. De eisen die hierin zijn opgenomen geven aan hoe kan worden bewezen dat het CCS project in kwestie daadwerkelijk bijdraagt aan de EU klimaatdoelstellingen volgens de Europese Commissie. Denk daarbij aan eisen rondom additionaliteit en de duurzaamheid van de gebruikte technologie. De recent gepubliceerde Gedelegeerde Verordening 2026/285 stelt specifieke methodologieën voor onder meer Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS) en Biogenic Emissions Capture and Storage (BioCCS).

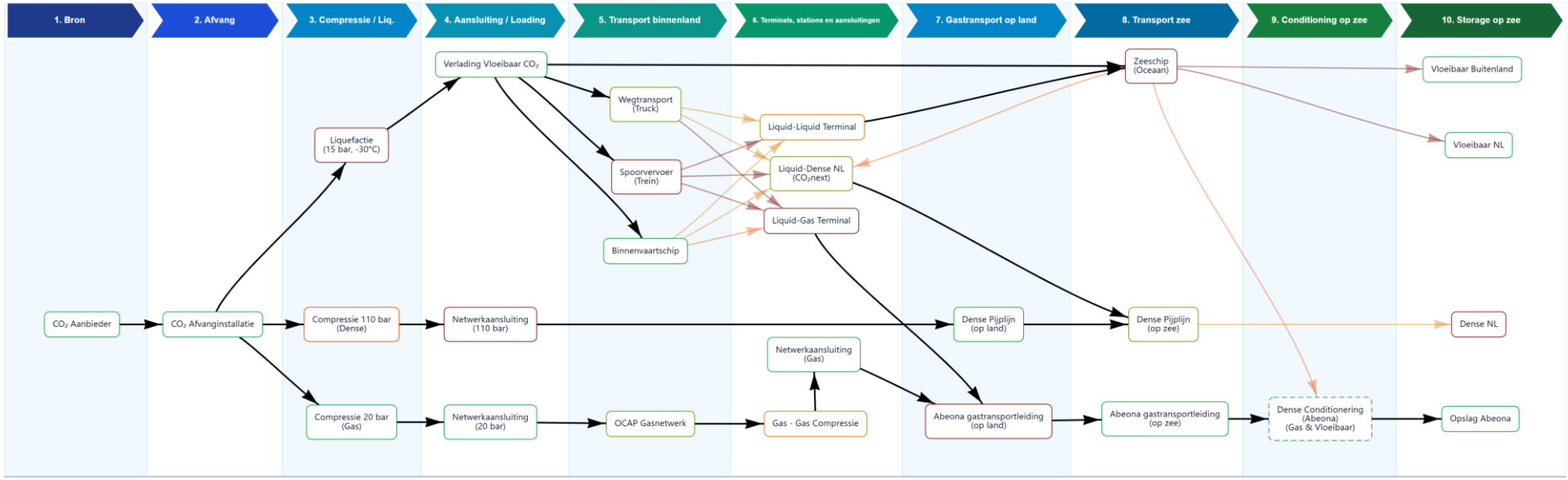
Voor de opslaglocaties zelf is met name de CCS-richtlijn, Richtlijn 2009/31/EG, relevant. Dit is het overkoepelende Europese kader voor de veilige geologische opslag van CO_2. Het gaat hier alleen om opslag van afgevangen CO_2 in ondergrondse geologische formaties. Nederland heeft de CCS-richtlijn voornamelijk geïmplementeerd via wijzigingen van de Mijnbouwwet, het Mijnbouwbesluit en aanverwante regelgeving voor vergunningverlening, toezicht en aansprakelijkheid rond ondergrondse CO_2-opslag. De Mijnbouwwet regelt onder meer de vergunningen voor het zoeken en opzetten van opslaglocaties, monitoring- en rapportageverplichtingen nadat de locaties in gebruik worden genomen. Daarnaast wordt hier ook geregeld hoe financiële zekerheid kan worden gesteld door de exploitant en wie wanneer verantwoordelijk is voor de opslaglocatie wanneer deze gesloten wordt. Daarnaast zijn de vereisten uit de CCS-richtlijn geïntegreerd in lagere regelgeving die vormgeven aan vergunningsprocedures, bijvoorbeeld rondom milieueffectrapportages en toezicht door bevoegde autoriteiten.

Voor CCS-transport infrastructuur is ook de TEN-T Verordening relevant. Deze bevat maatregelen om projecten die nodig zijn voor de uitrol van grensoverschrijdende infrastructuur te ondersteunen, waaronder voor CCS. Projecten kunnen bijvoorbeeld erkend worden als “Projects of Common Interest”. Hiermee worden de projecten meegenomen in de Europese meerjarige infrastructuurplanning, kunnen er soms uitzonderingen worden gemaakt op bepaalde natuurbeschermingsregels, en kan het project toegang krijgen tot financiering uit de Connecting Europe Facility.

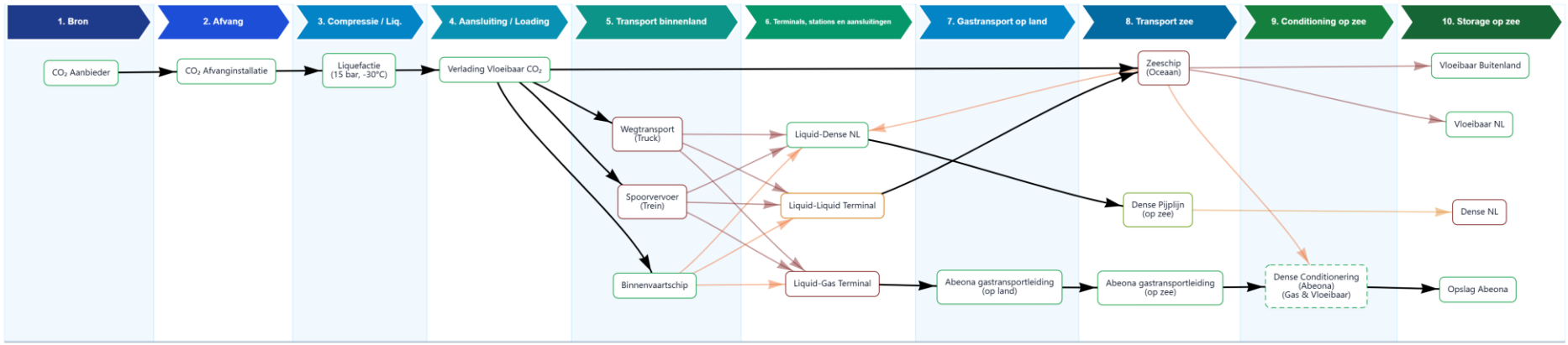
[33] Het doel is niet om hier een alomvattende opsomming weer te geven van relevante beleidskaders.

Appendix B

Schematische weergave van mogelijke routes voor regio Rotterdam

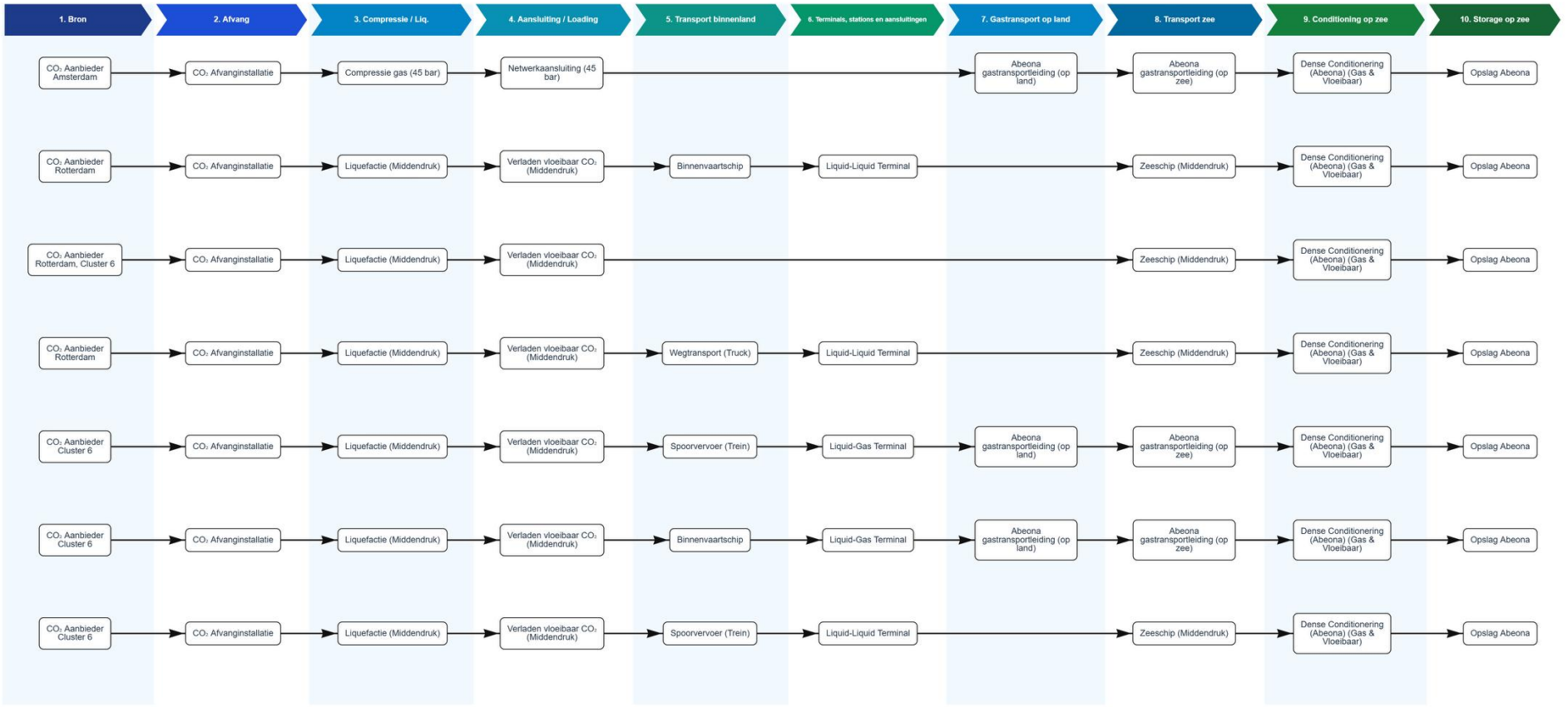


Schematische weergave van mogelijke routes voor Cluster 6

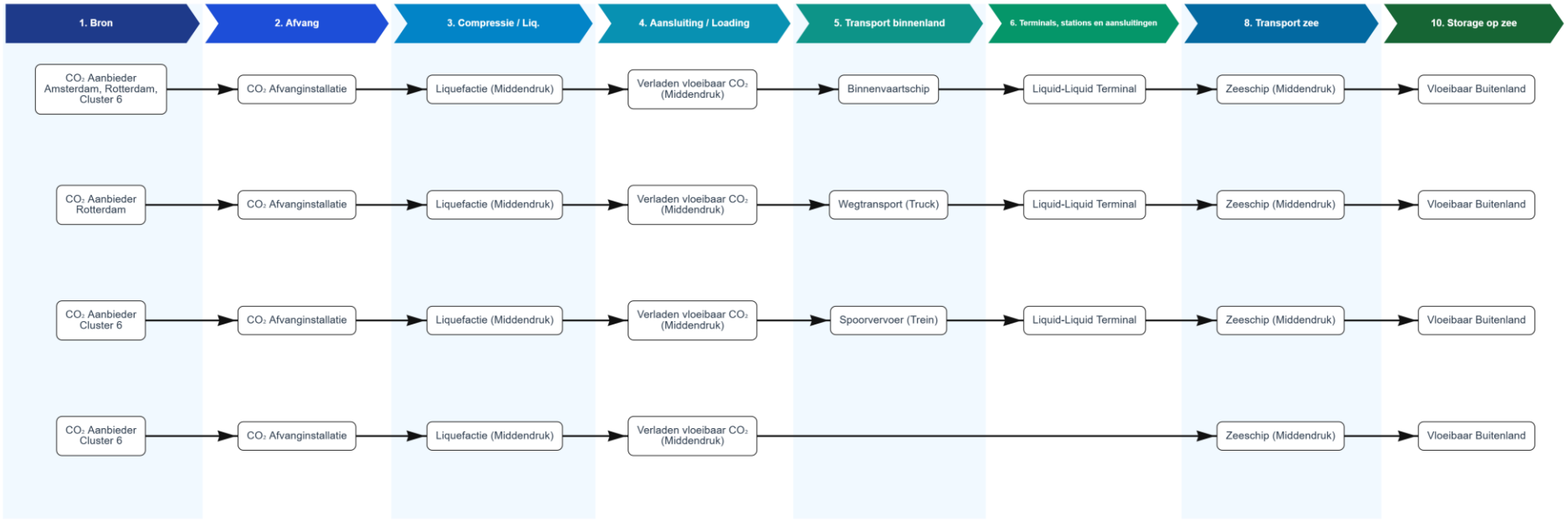


Appendix C

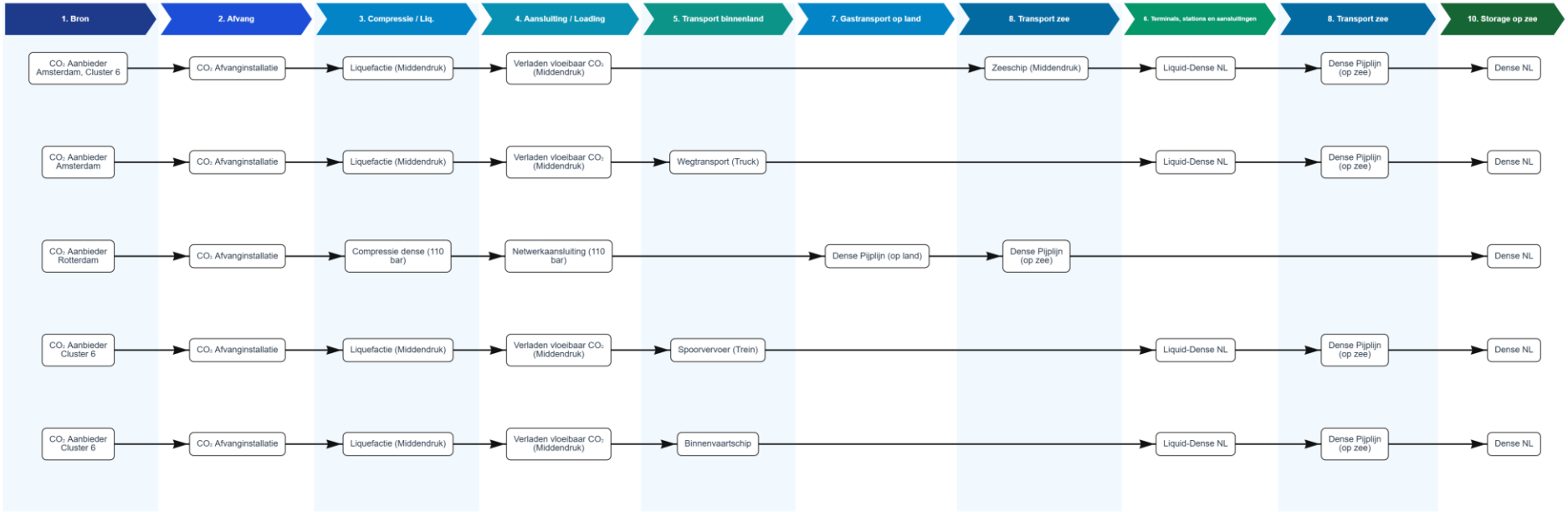
Schematische weergave unieke routes voor portfolio-analyse Abeona (2,5 Mtpa capaciteit)



Schematische weergave unieke routes voor portfolio-analyse Vloeibaar Buitenland (2,5 Mtpa capaciteit)



Schematische weergave unieke routes voor portfolio-analyse Dense NL (2,5 Mtpa capaciteit)



Colofon

© Copyright EqoLibrium B.V. 2026. Alle rechten worden voorbehouden. Het is niet toegestaan dit document (geheel of gedeeltelijk) te kopiëren, te verspreiden of door te geven aan derden.

De tekst is afgesloten op 27 oktober 2026.

Voor meer informatie over dit onderzoek, of over de andere diensten van EqoLibrium, kunt u contact opnemen met:

Hans van Cleef – hans.vancleef@eqolibrium.com / 0031- 6 30 90 33 76

Gregor Brandt – gregor.brandt@eqolibrium.com / 0031 – 6 28 41 62 43

Bart van der Pas – bart.vanderpas@eqolibrium.com / 0031 – 6 36 52 95 51

Guusje Schreurs – guusje.schreurs@eqolibrium.com / 0031- 6 29 49 81 39

Thijmen Wiltink

Foto voorpagina: AI-gegenereerd

DISCLAIMER

Dit document is samengesteld door EqoLibrium B.V.. Dit document dient uitsluitend ter informatie en vormt geen aanbod van effecten aan het publiek, noch enig advies met betrekking tot de financiële markten, energiemarkten, het doen van beleggingen, kostenbeheer en/of zakelijke activiteiten, noch een uitnodiging tot deze handelingen. Financiële handelingen of transacties kunnen derhalve niet berusten op (de informatie in) dit document. EqoLibrium B.V., haar bestuurders noch haar werknemers geven enige verklaring of garantie, expliciet of impliciet, omtrent de nauwkeurigheid, volledigheid of juistheid van dit document en de bronnen die hierin worden vermeld en zij aanvaarden geen aansprakelijkheid voor enig verlies of schade, direct of indirect. De opvattingen en meningen in dit document kunnen op elk moment veranderen en EqoLibrium B.V. is niet verplicht de informatie in dit document na de datum ervan bij te werken. De visie van EqoLibrium B.V. komt tot stand onafhankelijk van de andere bedrijfsactiviteiten van EqoLibrium B.V.. Dit document mag niet worden verspreid aan personen in de Verenigde Staten of aan "US persons" zoals gedefinieerd in Regulation S van de United States Securities Act van 1933, zoals gewijzigd.