



Ruimtelijke verkenning

CO2 transport en -opslag, situatie medio 2021

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

721056 | V5.0

15-11-2021

Pondera

Hoofdvestiging Nederland

Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postadres

Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia

Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia

Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Colofon

Soort document

Ruimtelijke verkenning

Projectnaam

CO2 transport en -opslag, situatie medio 2021

Versienummer

V5.0

Datum

15-11-2021

Project nummer

721056

Opdrachtgever

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Auteurs

Frank Schellen en John van de Lagemaat
(Pondera), Cor Leguijt, Chris Jongsma en
Diederik Jaspers (CE Delft), Garnt Swinkels
(Arcadis)

Nagekeken door

Paul Janssen (Pondera)

Disclaimer

In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Pondera is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing.

Inhoudsopgave

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Inleiding | 3 |
| 1.1 | Aanleiding | 3 |
| 1.2 | Doel | 3 |
| 1.3 | Opzet | 3 |
| 1.4 | Achtergrond | 5 |
| 1.5 | Leeswijzer | 9 |
| 2 | Toelichting op de CCS-keten | 10 |
| 2.1 | Algemeen | 10 |
| 2.2 | CO ₂ Afvang | 10 |
| 2.3 | Transport naar CO ₂ -hub | 13 |
| 2.4 | Compressie van CO ₂ | 15 |
| 2.5 | Transport van CO ₂ naar opslaglocatie | 16 |
| 2.6 | Opslag van CO ₂ | 17 |
| 3 | Scope ruimtelijke verkenning | 19 |
| 3.1 | CO ₂ transport en -opslag | 19 |
| 3.2 | Geen buisleidingen over grote(re) afstand | 19 |
| 3.3 | Aanbod CO ₂ | 19 |
| 3.4 | Opslag onder de zeebodem | 20 |
| 3.5 | Voldoende concreet | 20 |
| 3.6 | Diepgang | 21 |
| 3.7 | Bestaande leidingen | 21 |
| 4 | Initiatieven in beeld | 22 |
| 4.1 | Porthos | 22 |
| 4.2 | Aramis | 23 |
| 4.3 | CO ₂ NNECT | 29 |
| 4.4 | Athos | 30 |
| 4.5 | Neptune | 31 |
| 4.6 | Petrogas | 31 |
| 4.7 | Wintershall | 32 |
| 4.8 | Carbon Connect Delta | 32 |
| 4.9 | Conclusie | 33 |
| 5 | Beoordelingskader | 34 |
| 5.1 | Inleiding | 34 |
| 5.2 | Analyse locaties voor overslag/compressie van CO ₂ | 34 |
| 5.3 | Analyse leidingtracés op land/zee voor transport van CO ₂ | 35 |
| 6 | Effectanalyse | 37 |
| 6.1 | Inleiding | 37 |
| 6.2 | Leidingtracés op land voor aanvoer van CO ₂ | 37 |
| 6.3 | Analyse locatie(s) voor overslag/compressie van CO ₂ | 37 |
| 6.4 | Analyse leidingtracés op land voor transport van CO ₂ | 38 |
| 6.5 | Analyse leidingtracés op zee voor transport van CO ₂ | 40 |

| | | |
|-----|--|----|
| 6.6 | Bevindingen effectanalyse | 48 |
| 6.7 | Aandachtspunten werksessies | 49 |
| 7 | Bevindingen | 51 |
| 7.1 | Geen overlap | 51 |
| 7.2 | Geen onoverkomelijke ruimtelijke-/milieuknelpunten | 51 |
| 7.3 | Opslagbehoefte | 51 |
| 7.4 | Afhankelijkheden | 52 |

Bijlagen:

1. Overzicht effectanalyse tracés en locaties

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 28 mei 2019 heeft het Kabinet in de Klimaatwet vastgelegd dat Nederland in 2030 49% minder broeikasgassen ten opzichte van 1990 moeten uitstoten. In 2050 moet dat 95% minder zijn. Om dit te bewerkstelligen wordt voor de energie- en industriesector afvangen en permanent opslaan van CO₂ in lege olie- en/of gasvelden gezien als belangrijke maatregel om de CO₂-reductiedoelen in 2030 te halen (Klimaatakkoord 2019). Deze maatregel staat bekend als CCS: de Engelse afkorting voor Carbon Capture and Storage. Ook volgens deskundigen van het Internationaal Energieagentschap (IEA) en Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), kunnen de klimaatdoelstellingen niet verwezenlijkt worden zonder gebruik te maken van CCS.

Er is inmiddels een CCS-project waarvan de planologische procedure loopt. Dit is Porthos, een samenwerking van het Havenbedrijf Rotterdam, EBN en Gasunie. Naast dit lopende project hebben in 2020/21 meerdere initiatieven contact gelegd met het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK). Deze initiatieven voorzien, net als Porthos, in de aanleg van CO₂-infrastructuur op zee en op land. Dit zorgt voor extra ruimteclaims. Om een beeld te krijgen van de ruimtelijke impact van deze initiatieven en hun onderlinge verhouding heeft in opdracht van EZK deze ruimtelijke verkenning plaatsgevonden.

1.2 Doel

Het doel van de ruimtelijke verkenning is drieledig. Allereerst het in beeld brengen van de verschillende initiatieven. Ten tweede het informeren en betrekken van andere departementen en decentrale overheden en ten derde het, op basis van opgehaalde input, signaleren van (ruimtelijke) vraagstukken/aandachtspunten en eventuele knelpunten rond deze initiatieven. Het geeft inzicht in de kansen, belangen en aandachtspunten die spelen rondom transport en opslag van CO₂. De onderhavige verkenning vormt een eerste bouwsteen voor toekomstige besluitvormingsprocedures van projecten die uit deze verkenning naar voren komen.

1.3 Opzet

De ruimtelijke verkenning bestaat uit de volgende vijf stappen:

1. Beschrijven van de totale CCS-keten (H2);
2. Bepalen van de scope (H3);
3. Inventariseren van de initiatieven (H4);
4. Bepalen van het beoordelingskader (H5);
5. Effectanalyse van de ruimtelijke impact (H6).

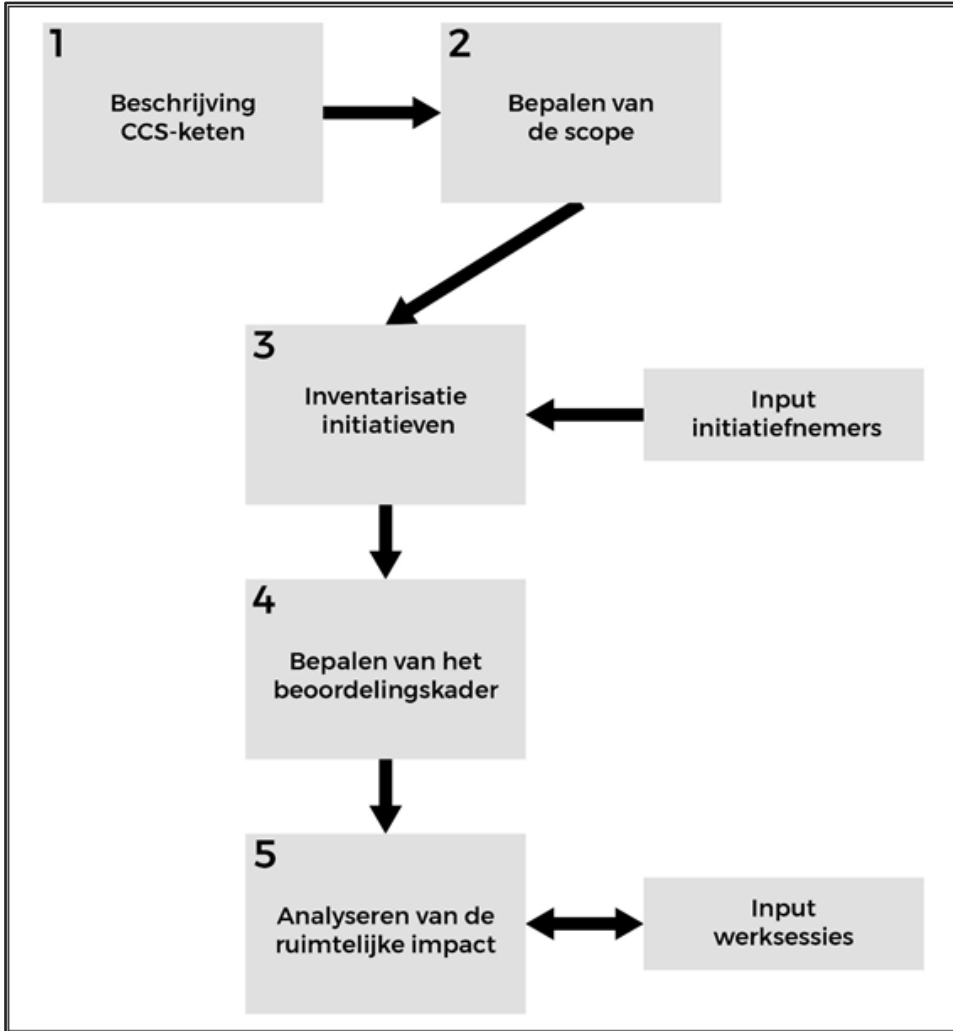
De vijf stappen van de verkenning zijn in Figuur 1.1 geïllustreerd.

Stap 1: Beschrijven van de totale CCS-keten

Als eerste wordt in hoofdstuk 2 inzicht verschaft in de totale CCS-keten. Wat gebeurt er tussen de CO₂-uitstoot en de uiteindelijke opslag. Daarbij moet aangemerkt worden dat het gaat om een algemene beschrijving met, waar dit nodig is voor het beter begrijpen van de vervolgstappen, een nadere uiteenzetting.

Stap 2: Bepalen van de scope

De totale CCS-keten omvat, zoals uit stap 1 zal blijken, meerdere onderdelen. In deze verkenning wordt alleen gekeken naar de onderdelen van de keten die zorgen voor nieuwe ruimteclaims met mogelijke gevolgen voor (andere) toekomstige ontwikkelingen.



Figuur 1.1 Opzet van de ruimtelijke verkenning

Stap 3: Inventariseren van de initiatieven

Na stap 1 en 2 is duidelijk welke onderdelen binnen de gehele CCS-keten worden bekeken. In stap 3 wordt rekening houdend met deze afbakening inzicht gegeven in de verschillende CCS-initiatieven die zich in 2020/21 bij EZK hebben gemeld. In dit hoofdstuk wordt de basis gelegd voor de uiteindelijke effectanalyse in hoofdstuk 6. Het gaat hierbij hoofdzakelijk om tracévarianten en locatiekeuzes.

Kader 1.1 Input initiatiefnemers

Voorafgaand aan de ruimtelijke verkenning heeft met het merendeel van de initiatiefnemers een bilateraal overleg plaatsgevonden. Tijdens dit overleg konden de initiatiefnemers hun initiatief presenteren en is gevraagd de noodzakelijke informatie te verschaffen voor het kunnen uitvoeren van de onderhavige ruimtelijke verkenning.

Stap 4: Bepalen van het beoordelingskader

Voordat er kan worden gestart met de effectanalyse staat in hoofdstuk 5 het beoordelingskader beschreven. Hierin staat hoe we de effecten van de CCS-initiatieven analyseren op ruimtelijke impact. Daarbij is het van belang dat in deze ruimtelijke verkenning geen vergelijking zal plaatsvinden tussen verschillende locatiekeuzes en tracévarianten en er ook geen keuze wordt gemaakt. Het betreft dus puur een effectanalyse.

Stap 5: Effectanalyse van de ruimtelijke impact

De vijfde stap is de nadere effectanalyse waarin de verschillende locatiekeuzes en tracévarianten worden geanalyseerd aan de hand van het beoordelingskader zoals opgenomen in hoofdstuk 5. Dit gebeurt in hoofdstuk 6.

Kader 1.2 Input werksessies

Onderdeel van de ruimtelijke verkenning is ook het informeren en betrekken van andere departementen en decentrale overheden. Hiertoe hebben 3 regionale werksessies plaatsgevonden. Dit waren een werksessie 'zee', een werksessie 'Rotterdam-Rijnmond' en een werksessie 'Noordzeekanaalgebied'. Deze driedeling is gebaseerd op de informatie die voorafgaand door de verschillende initiatiefnemers is verstrekt.

Deelnemers aan de werksessies is gevraagd input te leveren en mogelijke aandachtspunten (raakvlakken en/of knelpunten) naar voren te brengen. De verkregen input is voor wat betreft de werksessie 'zee' en de werksessie 'Rotterdam-Rijnmond' verwerkt in deze ruimtelijke verkenning. De input uit de werksessie 'Noordzeekanaalgebied' blijft in deze verkenning buiten beschouwing, omdat de sessie was gebaseerd op het onlangs stopgezette Athos-initiatief. Meer hierover in paragraaf 4.4.

Ook zijn er na de werksessies nog bilaterale gesprekken gevoerd met enkele instanties om duidelijkheid te verkrijgen op nog openstaande vragen.

1.4 Achtergrond

1.4.1 Subsidie

Afvang, transport en opslag van CO₂ wordt als belangrijke maatregel gezien om de klimaatdoelstellingen op de korte termijn (2030) te halen. Zo heeft CCS een plek gekregen in het Klimaatakkoord en komt CCS voor subsidie in aanmerking binnen de SDE++. Deze subsidieregeling is zodanig ingericht dat CCS niet ten koste gaat van technieken die voor de lange termijn transitie nodig zijn. Dit gebeurt door het hanteren van een zeef, plafond en horizon. Het doel van de zeef is ervoor te zorgen dat CCS alleen wordt gesubsidieerd als er geen aantoonbare kosteneffectieve alternatieven zijn. Naast de zeef is er voor de subsidie ook een plafond ingesteld. Voor de industrie benodigde 14,3 Mton uitstootreductie in 2030 wordt maximaal 7,2 Mton¹ gesubsidieerd. Voor de energiebedrijven benodigde 20,2 Mton uitstootreductie wordt maximaal 3 Mton gesubsidieerd. Als laatste is er de begrenzing in de tijd (horizon). Na 2035 worden geen subsidie-beschikkingen meer afgegeven voor CCS-aanvragen. Hiermee wordt de tijdelijkheid van subsidiëring van CCS als techniek onderstreept. Het geeft een prikkel tot kostendaling én tot het ontwikkelen van alternatieven. Het biedt tegelijkertijd tot en met 2035 investeringszekerheid voor CCS-projecten die op korte termijn nodig zijn om de kosten van de transitie zo laag mogelijk te houden.

¹ Op Prinsjesdag 2021 is bekendgemaakt dat het kabinet dit plafond wil ophogen met 2,5 Mton CO₂ per jaar.

1.4.2 Marktwerking

Afvang van CO₂ is een taak van de industrie- en energiesector. Het Rijk heeft de keuze gemaakt geen gereguleerde netbeheerder voor CO₂-netten aan te wijzen, vanwege het “business-to-business” karakter en de getoonde interesse van marktpartijen (samen met staatsdeelnemingen) voor transport en opslag van CO₂. De Rijksoverheid blijft wel betrokken om er voor te zorgen dat CCS:

- met het oog op de klimaatdoelstellingen, op het gewenste tempo wordt gerealiseerd;
- voldoet aan relevante randvoorwaarden, zoals veiligheid en een goede ruimtelijke inpassing.

In de Kamerbrief² van 5 juli 2021 over de rol van staatsdeelnemingen in CCS geeft de Staatssecretaris van EZK aan, (markt)partijen de ruimte te bieden om de markt voor CCS organisch te laten groeien. In deze ruimtelijke verkenning wordt dan ook alleen gekeken naar datgene wat de initiatiefnemers hebben uitgewerkt en gedeeld met de Rijksoverheid. De Rijksoverheid doet geen voorstel voor wenselijke leidingroutes of mogelijke locaties voor een compressorstation. Dit wil niet zeggen dat het volledig aan de markt wordt overgelaten. De Rijksoverheid (EZK) beoordeelt de ingediende initiatieven (incl. de borging van toegang voor derden), onderzoekt of er mogelijke knelpunten zijn en maakt uiteindelijk een keuze in verschillende tracéalternatieven en locaties. Eerste stap is deze verkenning.

1.4.3 Tijdpad

De opslag van CO₂ is, zoals in paragraaf 1.4.1 al aangestipt, een tussenoplossing om de klimaatdoelstellingen op de korte termijn (2030) te kunnen halen. Dit betekent dat voor die tijd ook de voor opslag benodigde CO₂-infrastructuur gerealiseerd moet zijn. Dit is niet zomaar gebeurd. Hier gaat een lang proces aan vooraf. Langer wachten, bijvoorbeeld tot er nieuwe duurzame technieken beschikbaar komen, is gezien het tijdpad voor het verkrijgen van de noodzakelijke (opslag)vergunningen en de daadwerkelijke realisatie niet mogelijk. Daarbij zorgt ook de subsidieregeling voor de afvang van de CO₂ voor een tijdsdruk. Voorwaarde van de subsidie (SDE++ regeling 2021) is dat de daadwerkelijke opslag binnen 5 jaar moet opstarten.

Om te kunnen voldoen aan de klimaatdoelstellingen is het gezien het ontwikkeltraject van een CCS-project van in ieder geval 3 jaar niet mogelijk om nog langer te wachten. Vandaar nu ook deze eerste stap in de vorm van een ruimtelijke verkenning.

1.4.4 Procedure

Projecten op het gebied van CCS (mijnbouwwerken voor opslag van stoffen en bijbehorende pijpleidingen), worden gecoördineerd door de minister van EZK. Voor de procedure geldt de Rijkscoördinatieregeling (RCR-procedure). Naar verwachting treedt de Omgevingswet op 1 juli 2022 in werking. Onder de Omgevingswet wordt de Rijkscoördinatieregeling vervangen door de projectprocedure. Inhoudelijk is dit proces vergelijkbaar met de RCR-procedure.

In een RCR- (en de project)procedure coördineert de Rijksoverheid de besluitvorming. Dit betekent dat de besluiten (voor ruimtelijke inpassing, vergunningen en ontheffingen) die voor een project nodig zijn tegelijkertijd en in onderling overleg worden genomen. De ruimtelijke inpassing op land wordt vastgelegd in een inpassingsplan (of projectbesluit) van de Rijksoverheid (EZK samen met het ministerie van Buitenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties).

² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/07/05/kamerbrief-over-rol-staatsdeelnemingen-in-ccs>

In navolging op deze eerste (algemene) verkenning wordt vanaf nu bij een individueel CCS-project gewerkt in de geest van de Omgevingswet. Een nieuw CCS-project zal starten met een kennisgeving van het 'voornemen' en een 'voorstel voor participatie'. Het voornemen betreft de bekendmaking van het voorgestelde plan. Hierin wordt het project aangekondigd en volgt een uitleg over de procedure. In het voorstel voor participatie wordt beschreven hoe en wanneer de omgeving inspraak heeft in het project.

1.4.5 Onzekerheden

55% reductie

Uitgangspunt voor het klimaatbeleid is een reductie-eis van 49% minder broeikasgassen in 2030 ten opzichte van 1990, zoals vastgelegd in de Klimaatwet. Er is een kans dat deze landelijke reductie-eis wordt aangescherpt. De Europese Raad en afgevaardigden van het Europees Parlement hebben op 21 april 2021 namelijk een voorlopig akkoord bereikt over de Europese Klimaatwet om de uitstoot in de EU in 2030 met minimaal 55% te verminderen.

Deze aanscherping kan betekenen dat er de komende 8 jaar meer opslag van CO₂ nodig is, dan in eerste instantie gedacht.

Investeringsbereidheid

Belangrijk voor de industrie- en energiesector om over te gaan tot verdere verduurzaming is een positieve businesscase. De verduurzamingsoptie moet zowel kostenefficiënt zijn als een beheersbaar risico hebben. De toepassing van CCS zorgt voor extra kosten in de vorm van afvang, transport en opslag. Daartegenover staan besparingen op de nationale CO₂-heffing en het Europese emissiehandelssysteem (zie Kader 1.3), deze moeten voor elkaar compenseren zodat het bedrijf haar concurrentiepositie niet verliest. Naast de kosten lopen de huidige investeerders ook risico's, zoals aanloop- en vollooprisico's. De kosten voor het opzetten van een infrastructuur, ook voor de toekomstige vraag, zijn groot. De investeerders en eerst aangesloten lopen dan een aanlooprisico omdat zij deze kosten moeten dekken. Ook bestaat het risico dat infrastructuur niet volledig benut wordt, waardoor beheerders met het vollooprisico worden geconfronteerd.

Als oplossing voor de benodigde investeringen geeft de overheid financiële steun in de vorm van de SDE++ (zie paragraaf 1.4.1). De toepassing van CCS kan momenteel nog niet zonder subsidie. De kosten zijn nog te hoog. De SDE++ moet de onrendabele top op CCS wegnemen. Het is echter niet ondenkbaar dat CCS-projecten op den duur ook een aantrekkelijke maatregel wordt zonder dat er subsidie nodig is. Dit komt door de kostenreductie wanneer de projecten een zekere schaal hebben en de prikkels die uitgaan van het EU-ETS en de nationale CO₂-heffing.

Opslag buitenlandse CO₂

Onder de zeebodem van het Nederlandse deel van de Noordzee zit voldoende capaciteit om te kunnen voldoen aan de Nederlandse behoefte. Er is ruimte om ook te voorzien in de opslagbehoefte van omliggende landen. De opslag van deze buitenlandse CO₂ is nog onzeker en hangt af van politieke (beleidsmatige) keuzes. Daarnaast wordt door het ontbreken van een stimulans (subsidie) in Duitsland en België om CO₂ op te slaan daar minder afvang verwacht.

Kader 1.3 EU ETS en nationale CO₂-heffing

In 2005 is het Europese systeem voor emissiehandel (afgekort EU ETS, van het Engelse European Union Emissions Trading System) in werking getreden. Emissiehandel is de handel in emissierechten: het recht om broeikasgassen uit te stoten. Met 1 emissierecht mag een bedrijf 1 ton CO₂ uitstoten. Emissiehandel geeft bedrijven een keuze: betalen voor rechten om CO₂ uit te stoten of dat geld investeren in schonere productiemethoden zodat de CO₂-uitstoot – blijvend – omlaag gaat. Elk jaar komen er minder emissierechten beschikbaar. Bedrijven kunnen dus samen steeds minder CO₂ uitstoten. Daardoor wordt investeren in duurzaamheid steeds aantrekkelijker. Dat maakt emissiehandel een belangrijke methode om de internationale klimaatdoelstellingen en -afspraken te behalen.

Het kabinet vindt dat het EU ETS nu nog onvoldoende bijdraagt aan de doelen van het Klimaatakkoord. Daarom is er sinds 1 januari 2021 ook een nationale heffing op CO₂-uitstoot in de industrie. De CO₂-heffing koppelt een prijs aan de industriële emissie van een ton CO₂. In 2021 is die prijs 30,48 euro. Het tarief loopt daarna ieder jaar op met 10,73 euro om in 2030 uit te komen op 127 euro per ton CO₂. De hoogte van het tarief is zo vastgesteld dat het reductiedoel van 14,3 Mton CO₂ in 2030, met 75% zekerheid gehaald wordt.

Bedrijven die onder EU ETS vallen hoeven niet het volledige tarief te betalen. Het tarief van de heffing wordt voor ETS deelnemers verminderd met de prijs van een emissierecht in het ETS. Hierbij geldt: stijgen de emissieprijsen, dan daalt de nationale heffing. Dit gebeurt ook andersom.

Hergebruik bestaande leidingen

Momenteel wordt voor de toepassing van CCS ook gekeken naar de mogelijkheid om bestaande voornamelijk olie- en/of gasleidingen te hergebruiken. Voor CO₂-transport onder lage druk (gasvormig) is dit in principe mogelijk. Een goed voorbeeld is de OCAP-leiding³. De OCAP-leiding is een voormalige oliepijpleiding die wordt gebruikt voor de transport van gasvormige CO₂ van de Rotterdamse haven naar de glastuinbouwgebieden in Noord- en Zuid-Holland. Zie voor de ligging van de OCAP-leiding Figuur 1.2.



Figuur 1.2 OCAP-leiding, bron: www.OCAP.nl

³ OCAP is de afkorting van organic CO₂ for assimilation by plants (Organische koolstofdioxide voor assimilatie door planten).

Naast CO₂-transport onder lage druk is er ook CO₂-transport onder hoge druk (superkritisch). Zie hoofdstuk 2 voor een nadere uiteenzetting. Bij transport van superkritische CO₂ is nog niet bekend of het gebruik van bestaande olie- en/of gasleidingen mogelijk is. Door enkele initiatiefnemers is aangegeven dat hier nog onderzoek naar wordt gedaan. De resultaten van deze onderzoeken zijn mogelijk van invloed op het aantal nieuwe leidingtracés dat nodig gaat zijn voor de transport van CO₂.

Gebruik van CO₂

Naast CCS wordt ook vaak gesproken over CCU. CCU staat voor Carbon Capture and Utilization, ofwel de afvang, het transport en het gebruik als grondstof. Bij toepassing van CO₂ als grondstof kan onderscheid worden gemaakt naar direct gebruik en conversie van CO₂ tot nieuwe producten. Voorbeelden van direct gebruik zijn levering van CO₂ aan de glastuinbouw (OCAP) en het gebruik van CO₂ in de frisdrankindustrie. Bij conversie wordt CO₂ als grondstof gebruikt voor de productie van chemische bouwstenen, brandstoffen, monomeren/polymeren of via mineralisatie voor de productie van constructiematerialen of het uitharden van beton.

De omvang van het (her)gebruik van CO₂ in de toekomst is op dit moment nog onzeker.

1.5 Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit zeven hoofdstukken. Na dit inleidende hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 gekeken naar de werking van de CCS-keten. Hoofdstuk 3 richt zich vervolgens op de scope van deze verkenning. Er wordt onder andere beschreven welke onderdelen worden meegenomen. In hoofdstuk 4 volgt een beschrijving van de verschillende initiatieven en worden de tracévarianten en locatiekeuzes in beeld gebracht. Hoofdstuk 5 gaat in op het beoordelingskader. Hier staat beschreven hoe we de verschillende tracévarianten en locatiekeuzes gaan beoordelen. De daadwerkelijke effectanalyse staat in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 wordt uiteindelijk afgesloten met de bevindingen. De kaarten uit dit rapport zijn, naast in de tekst, in groter formaat in een aparte bijlage (Bijlage 1) opgenomen.

2 Toelichting op de CCS-keten

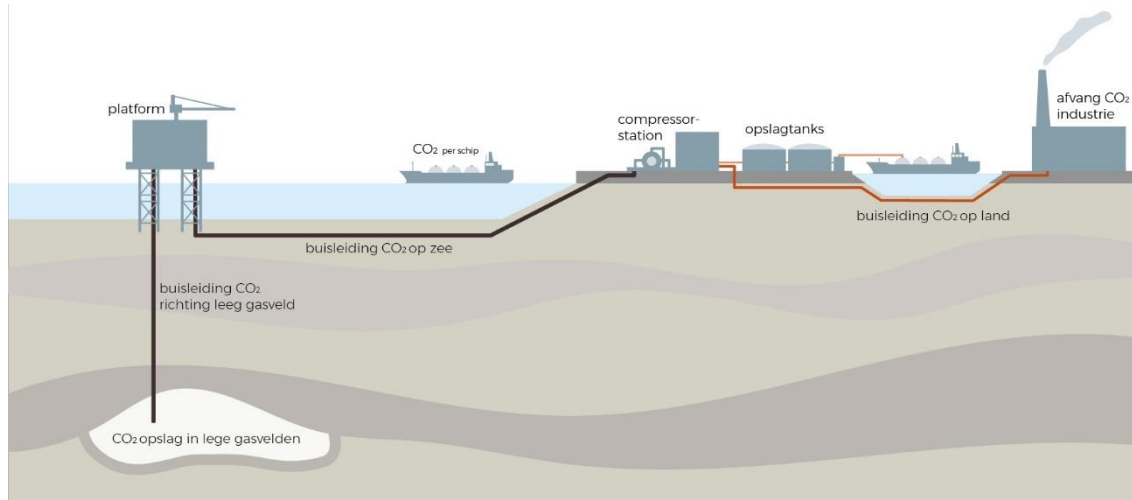
CCS staat voor Carbon Capture and Storage, ofwel de afvang, het transport en de opslag van CO₂. In dit hoofdstuk volgt een algemene toelichting op de CCS-keten, zoals die in Nederland is voorzien.

2.1 Algemeen

De CCS-keten bestaat in principe uit de volgende 5 onderdelen:

1. CO₂-afvang bij een puntmissie (bijv. schoorsteen);
2. Transport van de afgevangen CO₂ via een buisleiding of per (binnenvaart)schip, trein of tankauto naar een centraal verzamelpunt, een zogenaamde CO₂-hub⁴;
3. Compressie/drukverhoging⁵ van de aangevoerde CO₂ op de hub-locatie;
4. Transport van de gecomprimeerde CO₂ via een buisleiding naar een (voormalig) productieplatform of nieuw injectieplatform op zee;
5. Opslag (injectie) van de aangevoerde CO₂ in een leeg olie- en of gasveld⁶ onder de Noordzee.

Zie onderstaande Figuur voor een schematische weergave van de CCS-keten.



Figuur 2.1 Schematische weergave CCS-keten, bron: Pondera Consult

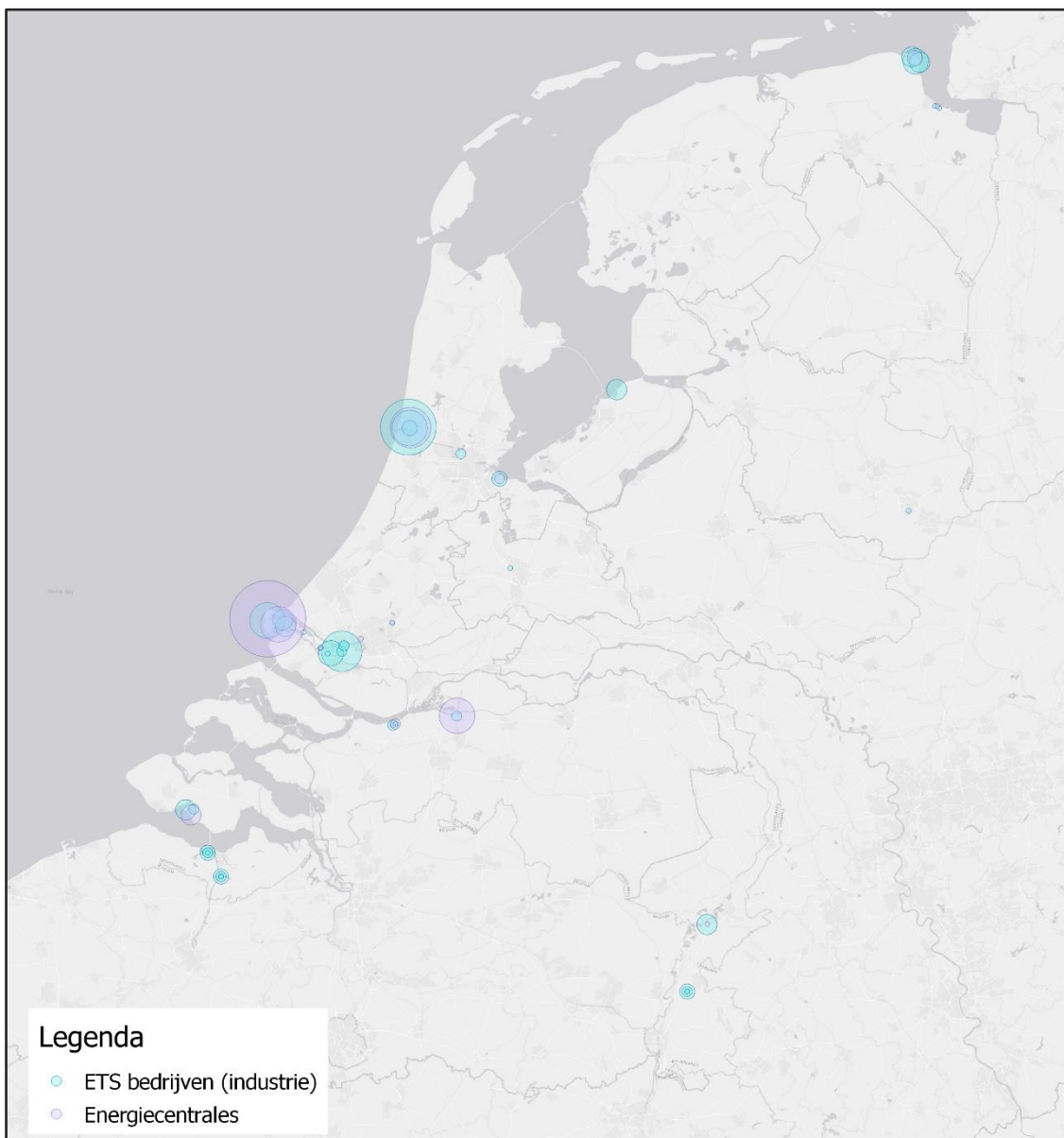
2.2 CO₂ Afvang

Het eerste onderdeel in de CCS-keten is de afvang van de CO₂ bij grote (punt)bronnen. Dit zijn industriële installaties in bijvoorbeeld de chemie en staalindustrie, afvalverbrandingsinstallaties en energiecentrales. De bedrijven met de grootste uitstoot zitten voornamelijk in de bekende industrieclusters: Rotterdam/Moerdijk, Noordzeekanaalgebied, Chemelot (regio Geleen), Terneuzen/Vlissingen en Eemshaven/Delfzijl. Dit is ook zichtbaar in Figuur 2.2.

⁴ Het is mogelijk om de afgevangen CO₂ met een schip ook rechtstreeks te transporteren naar een (voormalig) productieplatform op zee en daar de CO₂ te comprimeren. Stappen 3 en 4 zijn dan niet aan de orde.

⁵ Drukverhoging kan ook met een pomp plaatsvinden.

⁶ Het is mogelijk om de CO₂ ook in een zogenaamde aquifer (watervoerende laag in de ondergrond) op te slaan. De focus ligt in eerste instantie op de lege olie- en gasvelden.



Figuur 2.2 Grote CO₂-uitstoters ETS bedrijven en energiecentrales (peiljaar 2017/2020), bron: <https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2>

Er zijn meerdere technologieën om CO₂ af te vangen uit een gasstroom:

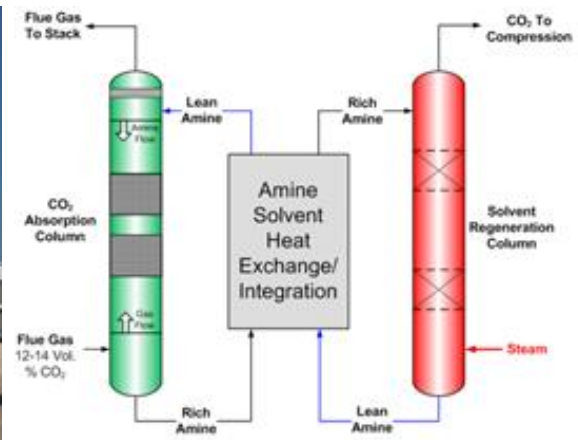
- **Absorptie** – De CO₂ wordt geabsorbeerd in een vloeistof. Bij absorptie met amines (bijv. MEA, MDEA) wordt de CO₂ bij lage temperatuur gebonden aan een amine en bij hogere temperatuur weer losgemaakt van de amine. Bij fysische absorptie (bijv. Selexol, Rectisol) wordt CO₂ onder hoge druk opgelost in een oplosmiddel, bijvoorbeeld koude methanol. Als de druk van het oplosmiddel verlaagd wordt, komt de CO₂ als gas vrij uit de oplossing.
- **Adsorptie** – CO₂ wordt gebonden aan het oppervlak van een vaste stof. De CO₂ gaat in de poriën van de vaste stof zitten en kan vrijgemaakt worden door de druk te verlagen (Pressure Swing Adsorption, PSA) of de temperatuur te verhogen (Temperature Swing Adsorption, TSA).

- **Membraanscheiding** – Het gas wordt langs een membraan geleid waar CO₂ wel doorheen kan, maar de andere componenten van het gas niet.
- **Cryogene scheiding** – CO₂ wordt vloeibaar bij -56 graden en 5,1 bar. Bij hogere drukken ligt het condensatiepunt ook hoger. Andere gassen zoals stikstof, zuurstof, methaan en waterstof hebben een condensatiepunt dat veel lager ligt. Door het gasmengsel onder druk sterk te koelen kan CO₂ vloeibaar uit de gasstroom worden verwijderd. De Cryocap technologie van Air Liquide is hier een voorbeeld van.

Welke techniek het beste is verschilt per toepassing. Het hangt onder andere af van de concentratie CO₂ in het (rook)gas, de druk van het gas en de gassenstelling. Voor de afvang van CO₂ uit rookgasen is absorptie met een amine de meest gangbare oplossing, zie Figuur 2.3.

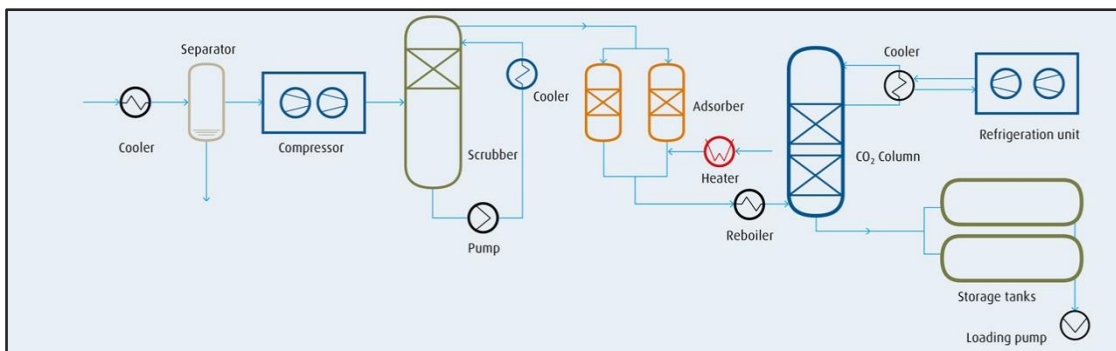


Figuur 2.3 Voorbeeld van een waskolom op rookgas
Bron: website AVR



Bron: US DOE, NREL (2015)
Carbon Dioxide Capture Handbook

De afgevangen CO₂ is na onttrekking van vocht en andere onzuiverheden⁷ en na compressie klaar voor afvoer via een buisleiding. De CO₂ kan ook via schip, trein of trailer worden vervoerd, bijvoorbeeld als een pijpleiding niet aanwezig is of de volumes te klein zijn om een pijpleiding economisch rendabel te maken. Om tanktransport economisch efficiënt uit te voeren wordt de CO₂ eerst gecomprimeerd tot circa 20 bar, gekoeld (-30°) en vloeibaar gemaakt (liquefactie), zodat de dichtheid hoger is. Deze koeling en drukverhoging kost energie, ontwerpers zoeken hier een balans in.



Figuur 2.4 Zuivering en liquefactie van CO₂, bron: <https://www.linde-engineering.com/en/process-plants/co2-plants/co2-purification-and-liquefaction/index.html>

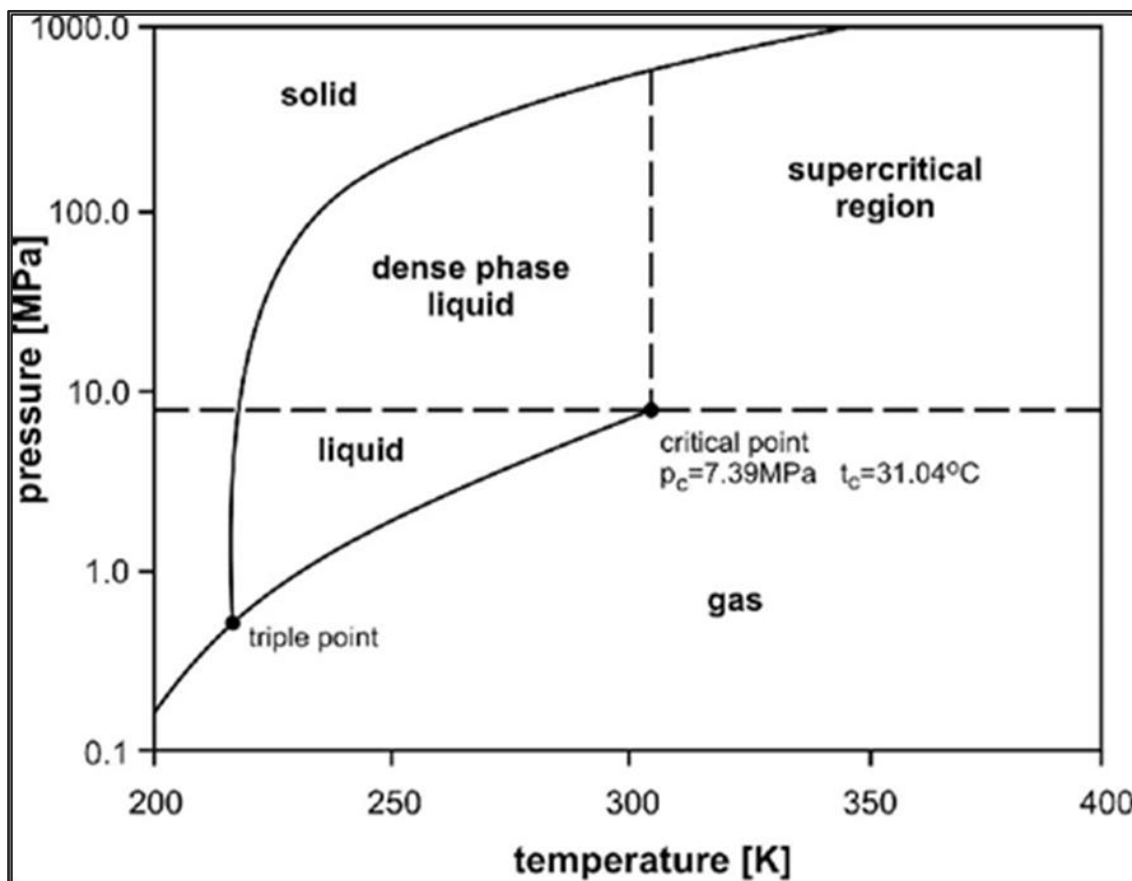
⁷ Er worden specificaties afgesproken over de onzuiverheden die de CO₂ mag bevatten.

2.3 Transport naar CO₂-hub

CO₂ kan op meerdere manieren vervoerd worden van de afvanglocatie naar de CO₂-hub:

- vloeibaar per tankauto, trein, binnenvaartschip of zeeschip; of
- gasvormig, per pijpleiding; of
- superkritisch, per pijpleiding.

Een veelvoorkomende configuratie is om de CO₂ op de afvanglocatie te comprimeren tot zo'n 20-30 bar en per pijpleiding naar het compressorstation te brengen. We bespreken het transport per schip en per pijpleiding in meer detail aan de hand van het fasediagram in Figuur 2.5. Over het algemeen is transport per pijpleiding economisch voordelig voor langjarig transport van grote hoeveelheden CO₂. Transport per schip, trein of tankauto is daarentegen flexibeler en is economisch aantrekkelijker voor kleinere hoeveelheden CO₂ over grote transportafstanden.



Figuur 2.5 Het fasediagram van CO₂ (1MPa = 10 bar; 273K = 0°C), bron: Witkowski et al. (2014) - Analysis of pipeline transportation systems for carbon dioxide sequestration

Transport per schip, tankauto of trein als cryogene vloeistof

CO₂ wordt gecompriemd en vloeibaar gemaakt om het per schip, tankauto of trein te kunnen transporteren. Dit kan op verschillende drukken en temperaturen, zie Tabel 2.1. Op hoge druk is er meer energie nodig voor de compressie van CO₂, maar weinig energie om de CO₂ vloeibaar te maken, omdat de CO₂ maar weinig gekoeld hoeft te worden. Op lage druk is dit andersom. Als de CO₂ al op hogere druk wordt aangeleverd, bijvoorbeeld via een pijpleiding, hoeft de CO₂ alleen nog vloeibaar gemaakt te worden.

Tabel 2.1 Drukklasses voor transport van CO₂ per schip

| Drukklasse | Temperatuur (°C) | Druk (Bar) | Dichtheid vloeistof (kg/m ³) |
|------------|------------------|------------|--|
| Hoge druk | 10 - 30 | 45 - 72 | 600 - 860 |
| Middendruk | -20 - -30 | 14 – 20 | 1.030 - 1.080 |
| Lage druk | -41 - -55 | 5,5 – 9,8 | 1.120 - 1.170 |

Bron: Element Energy (2018) - Shipping CO₂ - UK Cost Estimation Study

De huidige schepen voor CO₂ transport hebben een capaciteit van 1.000 – 2.000 ton CO₂ en verschepen CO₂ voor de voedsel- en drankenindustrie op middendruk. Voor grotere schepen met een capaciteit van 10.000 ton CO₂ of meer is transport op lage druk de meest kosteneffectieve optie⁸.

De vloeibare, cryogene CO₂ moet goed geïsoleerd worden vervoerd om verdamping zoveel mogelijk te voorkomen. De CO₂ die toch verdampt, kan afgeblazen worden naar de atmosfeer of opnieuw vloeibaar gemaakt worden.

Kader 2.1 CO₂ transport per schip en de EU-ETS-richtlijn

In 2021 werd aan EZK bevestigd door het EU Directorate-General for Climate Action (DG CLIMA) dat de Europese Commissie van mening is dat de overdracht van afgevangen CO₂ van een ETS-installatie naar een schip geen belemmering vormt voor het recht om de CO₂ in mindering te brengen wanneer deze later van het schip wordt overgebracht naar een pijpleidingnetwerk of rechtstreeks naar een opslaglocatie. Verwacht wordt dat deze verklaring zal worden vastgesteld in het kader van de komende herziening van de EU-ETS-richtlijn als onderdeel van het "Fit for 55%"-pakket. Tot die tijd is het nog steeds mogelijk dat projecten waarbij CO₂ per schip wordt getransporteerd, volgens de bestaande regelgeving kunnen worden voortgezet. De Nederlandse Emissieautoriteit is op de hoogte van deze ontwikkelingen.

Transport per pijpleiding in gasvorm

Om de CO₂ per pijpleiding te transporteren, wordt de CO₂ op de afvanglocatie gecompriëerd en gedroogd zodat de druk hoog genoeg is voor de pijpleiding. Pijpleidingen voor gasvormige CO₂ hebben een operationele druk van minimaal zo'n 20 bar en meestal maximaal circa 35 bar. Lagere drukken dan 20 bar leiden tot grote leidingdiameters en daarmee hoge investeringskosten. Bij een hogere druk dan 74 bar (bij t=31°C) wordt zuivere CO₂ superkritisch (zie hierna). De ontwerpers zorgen bij het bepalen van de condities dat de CO₂ in de leiding in één fase blijft.

Gasvormig transport kent andere veiligheidsrisico's dan superkritisch transport en is daarmee meer geschikt voor pijpleidingen die langs bebouwing lopen. De dichtheid van gas is wel aanzienlijk lager, dus er zijn dan grotere diameters nodig om hetzelfde volume te transporteren, waardoor gasvormig transport duurder is. Gasvormig transport door pijpleidingen wordt beoogd voor transport van de afvanglocaties naar een centraal punt, waar de CO₂ vloeibaar wordt gemaakt voor transport per schip of gecompriëerd wordt tot superkritische CO₂ voor transport per pijpleiding.

⁸ Element Energy (London, UK, 2018) - Shipping CO₂ - UK Cost Estimation Study

Kader 2.2 Omgevingsveiligheid

Om te bepalen of buisleidingen met gevaarlijke stoffen voldoen aan de normen voor omgevingsveiligheid, en kunnen worden ingepast in de omgevingsplannen, worden kwantitatieve risicobeoordelingen uitgevoerd. Voor CO₂ is hiervoor de giftigheidsrelatie van belang. De mate van giftigheid wordt uitgedrukt in de zogenaamde probitrelatie. Een probitrelatie geeft het verband tussen de concentratie van een stof, de blootstellingsduur en het effect op (in dit geval) de mens.

Probitrelaties zijn vaak gebaseerd op toxicologische gegevens uit dieren, die worden omgerekend naar blootstellingsresponsrelaties voor de mens. Voor CO₂ is er tot heden geen formeel vastgestelde probitrelatie. Voor eerdere hogedruk CO₂-transportleidingen in Nederland is veelal een conservatieve probitrelatie toegepast (Tebodin, 2008). Recent is in het kader van de energietransitie op verzoek van EZK voortschrijdend inzicht in de effecten van CO₂-blootstelling op de mens door de toetsgroep Probits opnieuw beoordeeld (RIVM, 2021). Hiertoe is door verschillende partijen recente informatie toegeleverd. Deze beoordeling heeft ertoe geleid dat ook de zogenoemde 'HSE probit' door RIVM in 2021 is geïmplementeerd in Safeti-NL, het voorgeschreven rekenpakket voor het berekenen van de omgevingsveiligheidsrisico's voor CO₂-pijpleidingen in Nederland.

Transport per pijpleiding in superkritische vorm

Bij compressie boven de 74 bar wordt zuivere CO₂ superkritisch. De CO₂ heeft dan een hogere dichtheid dan een gas (ca. 800 kg/m³), maar hoeft niet op lage temperatuur gehouden te worden zoals bij een cryogene vloeistof. De drukval in de pijpleiding zorgt ervoor dat de CO₂ uiteindelijk gasvormig wordt, wat tot blokkage van de pijpleiding kan leiden. Om dat te voorkomen, moet de CO₂ na een bepaalde afstand opnieuw op druk gebracht worden, zodat de druk altijd boven de 74 bar blijft⁹. Dit kan echter eenvoudig voorkomen worden door de leidingdiameter te vergroten. Dat komt doordat de stromingsweerstand, en daarmee de drukval, bij een grotere leidingdiameter minder is. Voor grote hoeveelheden CO₂ is superkritisch transport per pijpleiding de goedkoopste optie¹⁰.

2.4 Compressie van CO₂

Bij het centrale verzamelpunt (hub) wordt de gasvormig aangevoerde CO₂ gecomprimeerd van zo'n 20-30 bar tot tenminste ca. 120 bar, om verder getransporteerd te worden per pijpleiding in superkritische vorm. Stromen die vloeibaar aangevoerd worden naar de hub-locatie, kunnen met een pomp op hoge druk gebracht worden en vervolgens verwarmd (met restwarmte van de compressoren) om tot een superkritische vloeistof te komen.

Meestal moet de CO₂ ook gecomprimeerd worden na afvang, voordat het de lage druk (ca. 20 bar) pijpleiding in gaat. Deze compressie bespreken we hier ook. De druk waarop de CO₂ beschikbaar is vanuit het afvangproces, verschilt per technologie. Bij afvang met absorptie (amines) is de druk 0,1-0,15 bar boven omgevingsdruk, bij afvang in het proces bij de productie van waterstof of ammoniak ligt de druk tussen de 0,2 en 20 bar boven omgevingsdruk¹¹.

⁹ Witkowski, Andrzej; Majkut, Miroslaw; Rulik, Sebastian; Archives of Thermodynamics, 2014, pp 117-140 – 'Analysis of pipeline transportation systems for carbon dioxide sequestration'

¹⁰ IEAGHG (IEAGHG, Cheltenham, UK, 2012) - CO₂ Transport via Pipeline and Ship

¹¹ Pei, Peng; Barse, Kirtipal; Gil, Andres J.; Nasah, Junior; International Journal of Greenhouse Gas Control, 2014, pp 86-96 – 'Waste heat recovery in CO₂ compression'

Zoals in de voorgaande paragraaf besproken, is compressie vanaf lage druk tot 20 bar gebruikelijk voor transport per pijpleiding in gasvorm en is compressie van 20 bar tot ca. 120-180 bar nodig voor transport per pijpleiding in superkritische vorm. Voor compressie van CO₂ naar 20 bar zijn meertraps centrifugaal compressoren met tussentijdse koeling (intercooling) gebruikelijk. Voor compressie van CO₂ van 20 bar naar 120 bar zijn meerdere opties mogelijk¹²:

- Compressie met intercooling
- Compressie met intercooling + subkritische liquefactie + pompen
- Compressie met intercooling + superkritische liquefactie + pompen
- Schokgolf compressie

Drukverhoging met intercooling is het meest gebruikelijk en het minst complex, maar de andere opties kunnen een iets lager energiegebruik opleveren. Bij liquefactie wordt de CO₂ op hoge druk vloeibaar gemaakt en kan daarna verder op druk gebracht worden met pompen, wat minder energie kost dan compressie in gasvorm. Schokgolf compressie is erg efficiënt en geeft restwarmte op hogere temperatuur, maar is nog niet breed toegepast.

Het totale energieverbruik voor compressie van ~0,15 bar tot 120 bar is zo'n 90-120 kWh/ton CO₂¹³. De compressie tot 20 bar is daarbij goed voor zo'n 75% van het energiegebruik, de compressie van 20 naar 120 bar voor zo'n 25% van het totale energieverbruik. Voor compressie naar hogere drukken is een beperkte hoeveelheid extra energie nodig. Het elektriciteitsverbruik, koelwaterverbruik en ruimtebeslag zijn weergegeven in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Basisgegevens CO₂ compressoren

| Compressor | Lage druk | Hoge druk |
|---|--------------|-------------------|
| Locatie | Bij afvang | Compressorstation |
| Ingaande druk (barg) | 0,15 | 20 |
| Uitgaande druk (barg) | 20 | 120 |
| Elektriciteitsverbruik (kWh/t CO ₂) | 70-90 | 15-20 |
| Elektrisch vermogen voor 1 Mton/j CO ₂ | 8-11 MW | 2-2,5 MW |
| Koelwatervermogen voor 1 Mton/j CO ₂ | 8-11 MW | 2-2,5 MW |
| Ruimtebeslag voor 1 Mton/j CO ₂ | 0,5 – 0,7 ha | 0,15 – 0,25 ha |

Bron: eigen berekeningen CE Delft op basis van (Pei, Barse, Gil, & Nasah, 2014), (EBN, Gasunie, 2017)

2.5 Transport van CO₂ naar opslaglocatie

De CO₂ wordt van de CO₂-hub naar de opslaglocatie vervoerd per pijpleiding. Ook hier wordt als ontwerpprincipe ('technische integriteit') gehanteerd dat de CO₂ in één fase blijft. Afhankelijk van onder andere de transportafstand en de te transporteren volumes wordt er gekozen voor gasvormige of superkritische fase. Voor lange transportafstanden komt die keuze uit op superkritische CO₂.

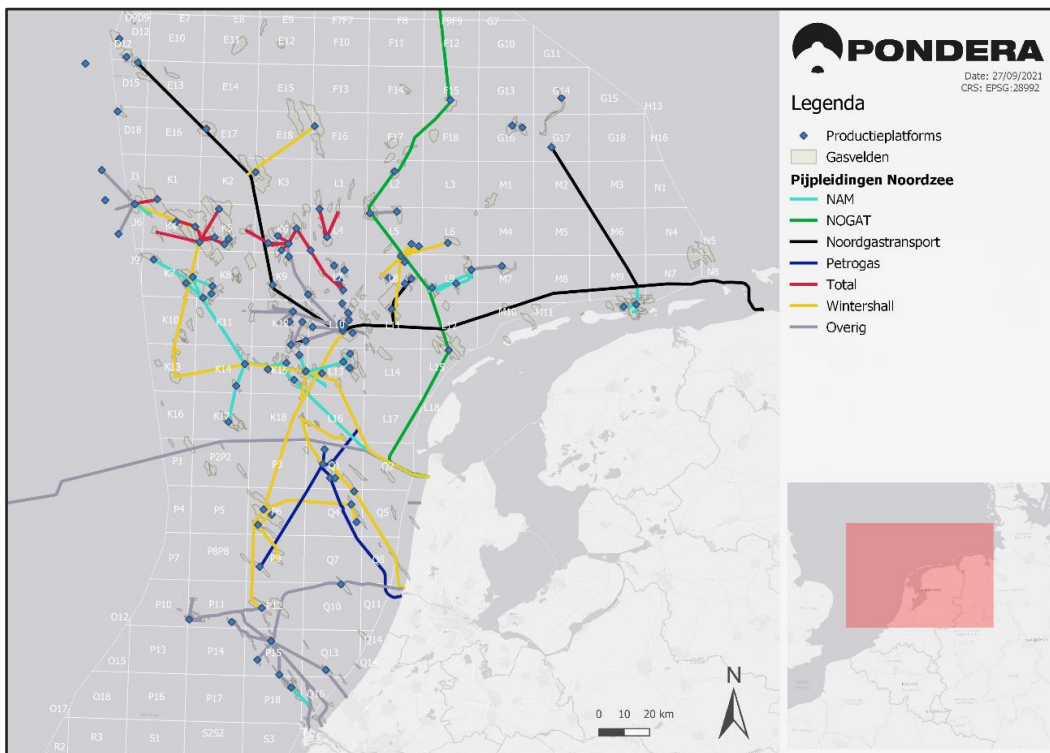
¹² Pei, Peng; Barse, Kirtipal; Gil, Andres J.; Nasah, Junior; International Journal of Greenhouse Gas Control, 2014, pp 86-96 – 'Waste heat recovery in CO₂ compression'

¹³ Pei, Peng; Barse, Kirtipal; Gil, Andres J.; Nasah, Junior; International Journal of Greenhouse Gas Control, 2014, pp 86-96 – 'Waste heat recovery in CO₂ compression'

2.6 Opslag van CO₂

De CO₂ wordt uiteindelijk superkritisch opgeslagen onder hoge druk in lege olie- en/of gasvelden onder de Noordzee, de injectiedruk moet hoger zijn dan de reservoirdruk. CO₂-opslag in olie- of gasvelden op land is technisch gezien ook mogelijk, maar wordt in verband met maatschappelijke weerstand uitgesloten.

In totaal is er zo'n 1.700 Mton opslagcapaciteit beschikbaar onder de Noordzee, waarvan het grootste gedeelte in lege gasvelden. De meeste beschikbare gasvelden liggen in de K en L blokken in het midden van het Nederlandse gedeelte van de Noordzee. In het zuiden van de Nederlandse Noordzee is nog zo'n 80 Mton beschikbaar aan gasvelden in de P en Q-blokken en 100 Mton in een leeg olieveld in het Q1-blok¹⁴¹⁵.

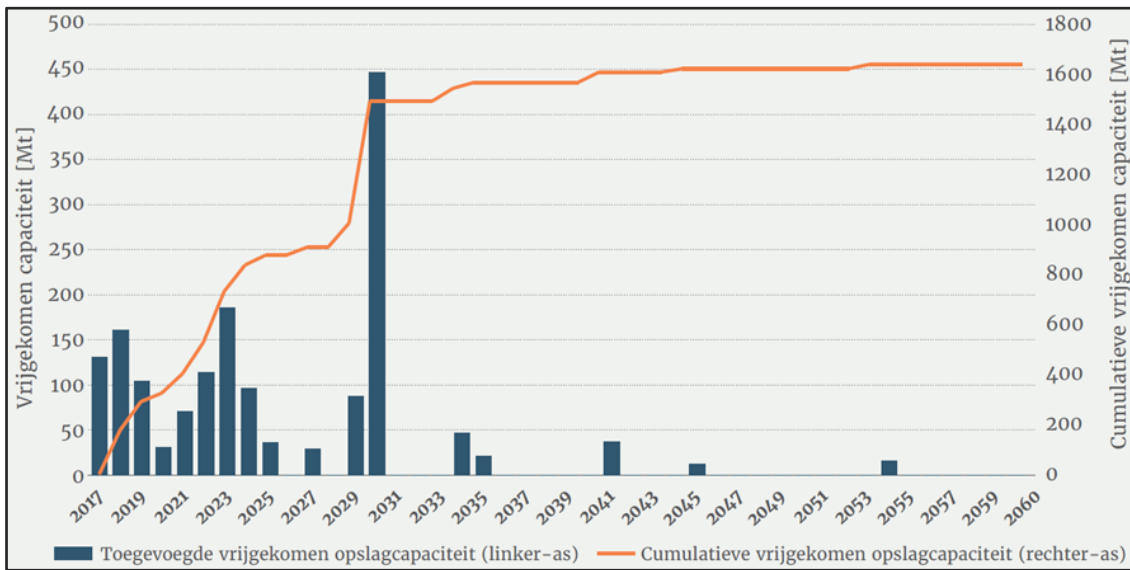


Figuur 2.6 Overzichtskartaal van olie- en gaswinning in de Noordzee, incl. offshore pijpleidingen

De opslagcapaciteit komt verspreid over de tijd vrij, zie Figuur 2.7. Een aanzienlijk gedeelte van de potentiële opslagcapaciteit onder de Noordzee komt vrij voordat er CO₂-afvang plaats vindt. Er moeten instandhoudingskosten worden gemaakt om ervoor te zorgen dat deze putten niet voortijdig worden afgesloten.

¹⁴ EBN, Gasunie (Energiebeheer Nederland, Den Haag, 2017) - Transport en opslag van CO₂ in Nederland

¹⁵ NOGEPa (NOGEPa, Den Haag, 2008) - Potential for CO₂ storage in depleted gas fields on the Dutch Continental Shelf - Phase 1 Technical Assessment



Figuur 2.7 Vrijgekomen praktische opslagcapaciteit offshore over de tijd, bron: (EBN, Gasunie, 2017)

Om CO₂ in een leeg veld te kunnen injecteren, moet de druk van de te injecteren CO₂ hoger zijn dan de druk in het reservoir. Tegelijkertijd mag de druk niet te hoog zijn, zodat scheurtjes in het afsluitend gesteente van het veld voorkomen worden. Tenslotte moet de CO₂ bij injectie warmer zijn dan ca. 15°C om te voorkomen dat de CO₂ vaste verbindingen (hydraten) vormt met het achtergebleven water en methaan in het veld¹⁶.

CO₂ wordt in vloeibare vorm in de put gepompt bij een druk van 100-300 bar, afhankelijk van het type veld, de diepte en de druk in het veld¹⁷¹⁸. Om te voorkomen dat de temperatuur te laag wordt als de druk tijdens injectie zakt, kan de CO₂ voor injectie opgewarmd worden. Dit kan tot zo'n 5-15°C met zeewater, voor hogere temperaturen is elektrische of gasgestookte verwarming nodig¹⁹. Als de injectiedruk hoger ligt dan de druk waarmee de CO₂ wordt aangevoerd, is eventueel een offshore pompstation nodig.

¹⁶ TNO (TNO, Den Haag, 2016) - Transport and unloading of CO₂ by ship - a comparative assessment

¹⁷ TNO (TNO, Den Haag, 2016) - Transport and unloading of CO₂ by ship - a comparative assessment

¹⁸ EBN, Gasunie (Energiebeheer Nederland, Den Haag, 2017) - Transport en opslag van CO₂ in Nederland

¹⁹ EBN, Gasunie (Energiebeheer Nederland, Den Haag, 2017) - Transport en opslag van CO₂ in Nederland

3 Scope ruimtelijke verkenning

Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven bestaat de CCS-keten in hoofdopzet uit 5 onderdelen. In dit hoofdstuk staat beschreven welke onderdelen we binnen de verschillende initiatieven gaan beoordelen. Ook wordt ingegaan op andere aspecten die van belang zijn voor de scope van de verkenning.

3.1 CO₂ transport en -opslag

In deze verkenning wordt niet gekeken naar de gehele CCS-keten. Op hoofdlijnen bestaat de verkenning uit de volgende hoofdonderdelen:

- Buisleidingen op land (onshore) tussen de afvanglocatie(s) en de CO₂-hub, mits het gaat om buisleidingen binnen dezelfde regio als de hub-locatie (zie navolgende paragraaf);
- CO₂-hub op land (nabij kust)
- Buisleidingen op land (onshore) van de CO₂-hub naar de opslaglocatie(s) op zee;
- Buisleidingen op zee (offshore) van de CO₂-hub naar de opslaglocatie(s) op zee.

De volgende onderdelen worden niet meegenomen:

- De CO₂ afvang bij de emitter;
- De rechtstreekse aanvoer van CO₂ naar een productieplatform per schip;
- De geschiktheid of ongeschiktheid van de verschillende opslaglocaties op de Noordzee.

3.2 Geen buisleidingen over grote(re) afstand

De bedrijven met de grootste CO₂-uitstoot bevinden zich in de vijf industrieclusters van Nederland: Rotterdam/Moerdijk, Noordzeekanaalgebied, Chemelot (regio Geleen), Terneuzen/Vlissingen (Smart Delta Resources) en Eemshaven/Delfzijl. Voor transport van CO₂ vanuit Chemelot en Terneuzen/Vlissingen wordt momenteel onderzocht of de aanleg van een nieuwe buisleiding en/of het gebruik van een bestaande buisleiding van CO₂ naar de haven van Rotterdam tot de mogelijkheden behoort. Deze mogelijke buisleidingen, waarbij een grotere afstand moet worden overbrugd om bij een compressorstation te komen zijn geen onderdeel van deze ruimtelijke verkenning. Hiervoor lopen zelfstandige onderzoekstrajecten. Daarbij wordt ook gekeken naar een eventuele koppeling met het buitenland (Noordrijn-Westfalen en Antwerpen).

3.3 Aanbod CO₂

Belangrijk voor een initiatief is voldoende aanbod van CO₂ voor transport- en opslag. Zonder aanbod is er geen initiatief. Door Royal Haskoning DHV (RHDHV) is in opdracht van het Ministerie van EZK onderzoek gedaan naar de nationale behoefte aan CO₂-opslag²⁰. De resultaten van dat onderzoek worden gebruikt om de plannen van de initiatiefnemers te kunnen toetsen. Bijvoorbeeld of twee initiatiefnemers gebruik maken van hetzelfde aanbod.

RHDHV heeft in een viertal scenario's de te verwachten CO₂-afvang in kaart gebracht in de jaren 2025, 2030 en 2035, voor de zes Nederlandse industriële clusters zoals genoemd in het Klimaatakkoord, en twee buitenlandse (i.e. Ruhrgebied en regio Antwerpen). De recent gewijzigde plannen van Tata Steel IJmuiden met betrekking tot CO₂-afvang zijn in onderstaande cijfers niet verwerkt.

²⁰ RHDHV, 30 september 2021, Nationale CO₂-opslagbehoefte tot 2035

De 4 scenario's behelzen de volgende CO₂-afvanghoeveelheden ("voorstellingen, geen voorspellingen"):

1. Het 'BAU-scenario' (Business As Usual: (bestaand beleid, gematigde CO₂-prijs volgens de CO₂-heffing Industrie). Dit scenario resulteert in ruim 10 Mton per jaar vanaf circa 2027. Hiervan is circa 5 Mton in het cluster Noordzeekanaalgebied, circa 3 Mton in Rotterdam - Moerdijk, ruim 2 Mton in Smart Delta Resources (SDR, Zeeland) en 0,5 Mton in Chemelot (Zuid-Limburg). In de andere clusters is geen afvang in dit scenario. De hoeveelheid afvang wordt bepaald door het in het Klimaatakkoord opgenomen subsidieplafond. In de beide onderzochte buitenlandse clusters vindt in dit scenario geen afvang plaats omdat er geen stimulering (subsidie) is. Daardoor is er geen import van CO₂ vanuit het buitenland in dit scenario. Daarnaast is er met bestaand beleid (de aanname in dit scenario) geen import mogelijk.
2. Het 'Hoge ETS-prijs scenario' (ETS-prijs 100 - 200 €/ton in 2025 - 2035). Dit scenario resulteert in ruim 30 Mton per jaar in 2035, oplopend van 10 Mton in 2025 tot iets meer dan 32 Mton in 2035. Ten opzichte van het BAU-scenario is in 2035 meer afvang in de clusters Rotterdam - Moerdijk (+14), SDR-Zeeland (+6), Chemelot (+2,5) en Noord-Nederland (+0,4). T.o.v. het BAU-scenario is de CO₂-prijs hoog genoeg voor afvang zonder subsidie. In de beide onderzochte buitenlandse regio's vindt mogelijk afvang plaats omdat daar de ETS-prijs dezelfde financiële prikkel geeft als in Nederland. Er vindt echter geen import plaats omdat met bestaand beleid (de aanname in dit scenario) geen import mogelijk is.
3. Het 'Stimulering CCS buitenland scenario' (gelijk aan BAU-scenario, maar met subsidiëring in Duitsland en België) resulteert in bijna 5 Mton in 2025, oplopend tot ruim 20 Mton in 2030 en ruim 30 Mton in 2035. Ten opzichte van het BAU-scenario komt de import uit de regio Antwerpen (bijna 10) en het Duitse Ruhrgebied (ruim 10).
4. Het 'Maximale afvang scenario' (combinatie Hoge ETS-prijs en Stimulering CCS buitenland scenario's) resulteert in ruim 10 Mton in 2025, oplopend tot ruim 22 Mton in 2030 en ruim 52 Mton in 2035.

De scenario's laten een start van significante hoeveelheden afvang zien vanaf 2025, wat oploopt tot een bandbreedte van ruim 10 tot 50 Mton per jaar in de jaren daarna.

3.4 Opslag onder de zeebodem

In Nederland vindt geen CO₂-opslag plaats onder land. Uitgangspunt van het kabinet is opslag onder de zeebodem. In deze ruimtelijke verkenning kijken we alleen naar opslag onder de zeebodem op het Nederlandse deel van de Noordzee. Figuur 2.6 in hoofdstuk 2 geeft een overzicht van alle potentiële opslaglocaties binnen het Nederlandse deel.

3.5 Voldoende concreet

Belangrijk aspect voor het in deze fase kunnen analyseren van initiatieven is de mate van concreetheid. Initiatieven moeten voldoende concreet zijn. Dit betekent dat initiatiefnemers inzicht kunnen verschaffen in mogelijke tracé- en locatiekeuzes. Initiatieven die zich bij EZK hebben gemeld maar nog geen concrete ideeën hebben voor ligging/locaties van (nieuwe) CO₂-infrastructuur zijn niet meegenomen in de uiteindelijke effectanalyse.

3.6 Diepgang

Deze verkenning brengt de milieueffecten van de initiatieven (tracés en locaties) op hoofdlijnen in beeld. Er zijn nog geen exacte tracés uitgewerkt en installatietechnieken liggen nog niet vast, hierdoor kunnen locatie- en seizoen-specifieke effecten niet in detail in beeld worden gebracht. Dit dient op projectniveau te gebeuren in de mogelijke vervolgproucedure(s). De verkenning geeft wel een indicatie van te verwachten effecten op basis van de kenmerken van de gebieden die doorkruist worden. Op basis van de uitgevoerde analyse kan een inschatting worden gemaakt van de uitvoerbaarheid van de tracés en locaties. Dit sluit aan op het doel van deze verkenning.

3.7 Bestaande leidingen

Voor de toepassing van CCS wordt door initiatiefnemers ook gekeken naar het gebruik van bestaande buisleidingen. Bestaande buisleidingen voor het transport van olie, gas of chemische producten kunnen niet zonder meer hergebruikt worden voor het transport van CO₂. Ten eerste moet onderzocht worden of de leiding en alle appendages²¹ geschikt zijn voor de nieuwe temperatuur en druk en de eigenschappen van CO₂. Vervolgens moet de leiding herkeurd worden. Daarnaast moet het plaatsgebonden risico worden berekend op basis van de voorschriften in het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). De nieuwe risicocontour van de leiding mag de oude risicocontour niet overschrijden. Waar dit wel het geval is, moeten passende maatregelen genomen worden. Naast het plaatsgebonden risico hebben leidingen op grond van de Bevb ook een invloedsgebied. Voor ontwikkelingen binnen dat invloedsgebied moet een verantwoording van het groepsrisico plaatsvinden. In tegenstelling tot olie, gas en de meeste chemische producten is CO₂ niet brandbaar of explosief, maar een CO₂-lek creëert wel een verstikkende atmosfeer of verzuring van het aquatische/mariene milieu. Daarbij is CO₂ reukloos en vallen lekken dus niet altijd direct op.

In de onderhavige verkenning kijken we niet naar de ruimtelijke impact van bestaande leidingen. Daarbij is onze inschatting dat de risicocontour van een bestaande gas- en of olieleiding groter en/of gelijk is aan een CO₂-leiding.

²¹ Onder een appendage verstaat men een klein toestel dat dient ter completering van een machine of installatie. Tot appendages worden gerekend: kranen, ventielen, afsluiters, meettoestellen en dergelijke.

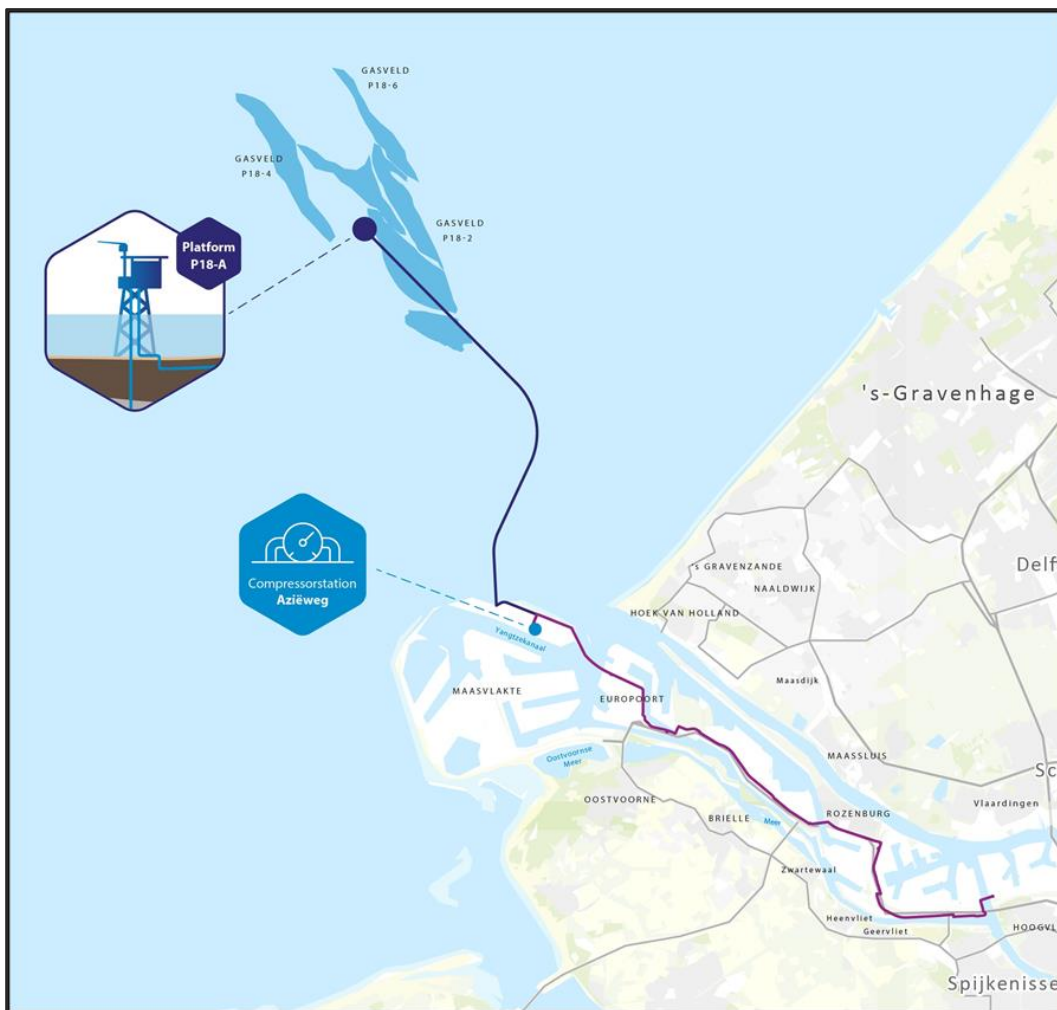
4 Initiatieven in beeld

Dit hoofdstuk bevat de inventarisatie van de verschillende initiatieven die zich hebben gemeld bij EZK. Daarbij zijn niet alle initiatieven even concreet en kan het zijn dat een initiatief voorziet in slechts een deel van de benodigde CO₂-infrastructuur tussen afvang en opslag.

4.1 Porthos

Een bekend en al lopend project is Porthos. Dit project is geen onderdeel van deze ruimtelijke verkenning. De in deze paragraaf opgenomen beschrijving is bedoeld om andere initiatieven beter te kunnen duiden.

Porthos (Port of Rotterdam CO₂ Transport Hub & Offshore Storage) is een project van Havenbedrijf Rotterdam, de Nederlandse Gasunie en Energie Beheer Nederland (EBN). In 2019 is een planologische procedure (Rijkscoördinatieprocedure) gestart voor de ontwikkeling van CO₂-infrastructuur met een buisleiding door het havengebied van Rotterdam, een compressorstation op de Maasvlakte en een buisleiding op zee naar blok P18. Eind 2020 hebben de ontwerpbesluiten ter inzage gelegen²².



Figuur 4.1 CO₂ infrastructuur Porthos, bron: RoyalHaskoningDHV, MER Porthos - CO₂ transport en opslag

²² [Porthos Transport en opslag van CO₂ | RVO.nl | Rijksdienst](https://www.rvo.nl/nl/onderwerpen/energie/CO2-transport-en-opslag)

4.1.1 Aanvoer van CO₂

Voor de aanvoer van CO₂ naar het compressorstation wordt voorzien in de aanleg van een ondergrondse buisleiding. De buisleiding, die wordt voorbereid, in het havengebied van Rotterdam naar het compressorstation krijgt een lengte van bijna 30 kilometer en start aan de oostkant van de Oude Maas in het Botlek gebied. Verder naar het westen komt de leiding in het Europoort gebied te liggen en volgt voor een groot deel de A15. Hier ligt een speciaal gereserveerde ruimte voor leidingen. De aansluiting op het compressorstation vindt plaats op de Maasvlakte. De leiding heeft een diameter van ongeveer 1 meter (42 inch) en de CO₂ in de leiding heeft een druk van 35 bar.

4.1.2 Compressie van CO₂

Het compressorstation is voorzien op een nieuw in te richten terrein aan de Aziëweg op de Maasvlakte. Het terrein is ongeveer 2 hectare groot. Naast een hoofdgebouw komt op het terrein onder meer een compressor-, transformator-, koelwater-, elektro-, en analysegebouw. Voor de benodigde elektriciteit wordt een kabel aangelegd naar het Stedin hoofdverdeelstation op de Maasvlakte. Om te zorgen dat de temperatuur door de compressie niet te hoog oploopt, worden de installaties in het compressorgebouw gekoeld met oppervlaktewater. Hiervoor komt een innamevoorziening.

4.1.3 Transport van CO₂ naar de opslaglocatie

Vanaf het compressorstation wordt voorzien in een nieuwe buisleiding naar platform P18-A. De leiding heeft een diameter van ongeveer 40 cm (16 inch) en een lengte van circa 23 kilometer, waarvan de eerste 3 kilometer op land en het overige gedeelte in de zeebodem. De kruising van de zeekering gebeurt met een diepe boring. Na de zeekering komt de leiding omhoog tot vlak onder de zeebodem (minimaal 1 meter).

4.2 Aramis

Aramis is een initiatief van EBN, Gasunie, TotalEnergies en Shell. Deze partijen willen een grootschalig CO₂-transport en -opslag netwerk ontwikkelen vanaf de haven van Rotterdam naar de (bijna) uitgeproduceerde gasvelden in de 'K' en 'L' blokken op de Noordzee. Het initiatief voorziet in de aanleg van een geheel nieuwe hoofdtransportleiding op zee en een compressorgebouw op de Maasvlakte.

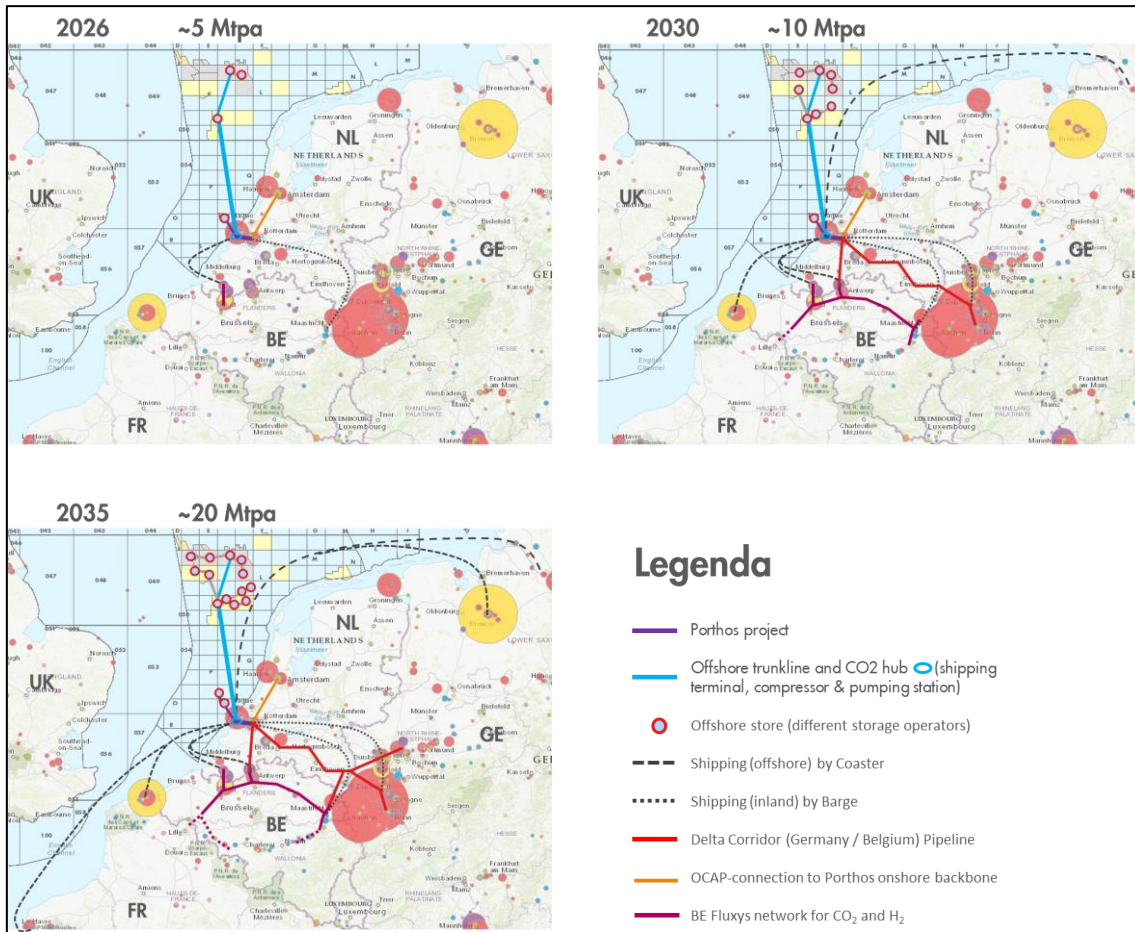
Kader 4.1 Focus op Rotterdam

In eerste instantie heeft Aramis ook gekeken naar de ontwikkeling van een hoofdtransportleiding vanuit Den Helder en IJmuiden. Er is gekozen voor de Maasvlakte, omdat hier ruimte is voor toekomstige groei, het geschikt is voor verschillende vormen van CO₂-aanvoer (buisleidingen en schepen), het de mogelijkheid biedt om de terminal en het compressorstation op één locatie te concentreren en de hinder voor de leefomgeving beperkt is gezien de relatief grote afstand naar gevoelige objecten.

4.2.1 Aanvoer van CO₂

Aramis verwacht in de eerste fase (2026) van het initiatief een aanvoer van ca. 5 Mton CO₂ per jaar. Daarbij wil Aramis gebruik maken van de Porthos buisleiding (zie de beschrijving in de vorige paragraaf) en de aanvoer per (binnenvaart)schip vanuit andere delen van Nederland. Het is de bedoeling om voor de aanvoer per schip een nieuwe terminal te realiseren. Deze ontwikkeling wordt opgepakt door CO₂NNECT (zie de beschrijving in de volgende paragraaf). Voor de aanvoer van CO₂ wordt ook gekeken naar de inzet van de OCAP-leiding tussen Amsterdam en Rotterdam.

De aanvoer in de periode na 2026 is nog onzeker. Richting 2030 wordt een doorgroei naar ca. 10 Mton per jaar verwacht. Voor de aanvoer in deze fase wordt ook gekeken naar aanvoer vanuit België, Duitsland en Frankrijk. Richting 2035 verwacht Aramis een verdere uitrol van het transport en -opslag netwerk (ca. 20 Mton CO₂ per jaar). Dit betekent extra scheepsbewegingen, de mogelijke toevoeging van toekomstige buisleidingen vanuit Duitsland en België en het beschikbaar komen van meerdere opslaglocaties. Zie voor een mogelijke invulling Figuur 4.2.



Figuur 4.2 Mogelijke invulling CO₂ aanvoer, bron: Aramis

4.2.2 Compressie van CO₂

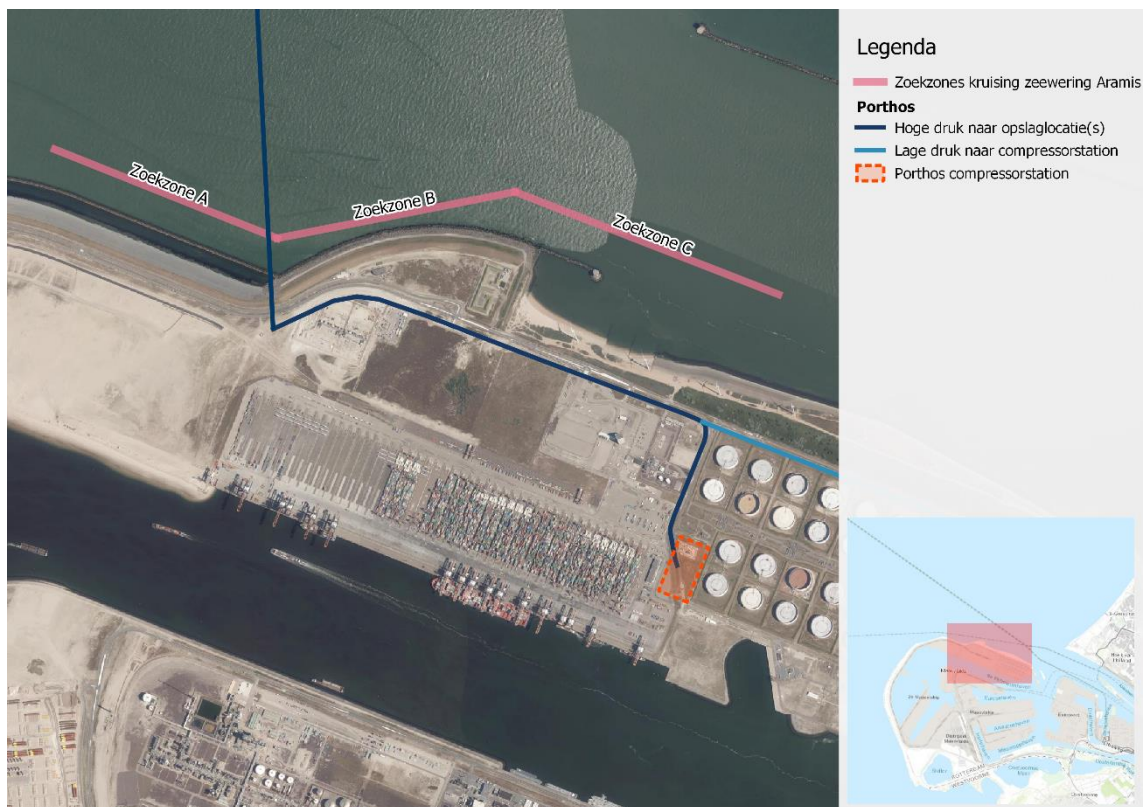
Voor de gasvormige CO₂ die mogelijk wordt aangevoerd via de Porthos-buisleiding is compressie nodig om het per buisleiding in superkritische vorm te kunnen transporteren naar de K en L blokken. Het is de bedoeling om hiervoor een compressorgebouw met ruimte voor 3 compressoren te realiseren. Aramis onderzoekt de mogelijkheid om nabij het compressorstation van Porthos een compressorgebouw te realiseren. Daarbij kan mogelijk gebruik gemaakt worden van de reeds bestaande (koel)systemen en nutsvoorzieningen. De afmetingen per compressor zijn nog in onderzoek.

4.2.3 Transport van CO₂ naar de opslaglocaties

Vanaf het compressorgebouw wordt voorzien in de aanleg van een buisleiding naar de nog te selecteren olie- en gasvelden onder de Noordzee. Voor de buisleiding wordt uitgegaan van een afmeting tussen de 28 inch (ca. 71 cm) en 32 inch (ca. 82 cm). Daarbij wordt ook rekening gehouden met een mogelijk groeiscenario. De CO₂ wordt in een superkritische fase onder hoge druk (180 bar) getransporteerd. Reeds bestaande gas- en olieleidingen zijn volgens Aramis voor deze condities niet geschikt en kunnen niet worden hergebruikt.

Tracé op land

Het tracé op land van compressorgebouw naar de zeeering is afhankelijk van de beoogde locatie van de kruising van de zeeering. Voor de kruising van de zeeering (middels boring) zijn nog drie zones in studie (zie Figuur 4.3). Belangrijke reden voor deze zoekzones is het wel of niet kruisen van de Porthos-buisleiding en/of kabels van TenneT (Net op zee Hollandse Kust zuid).



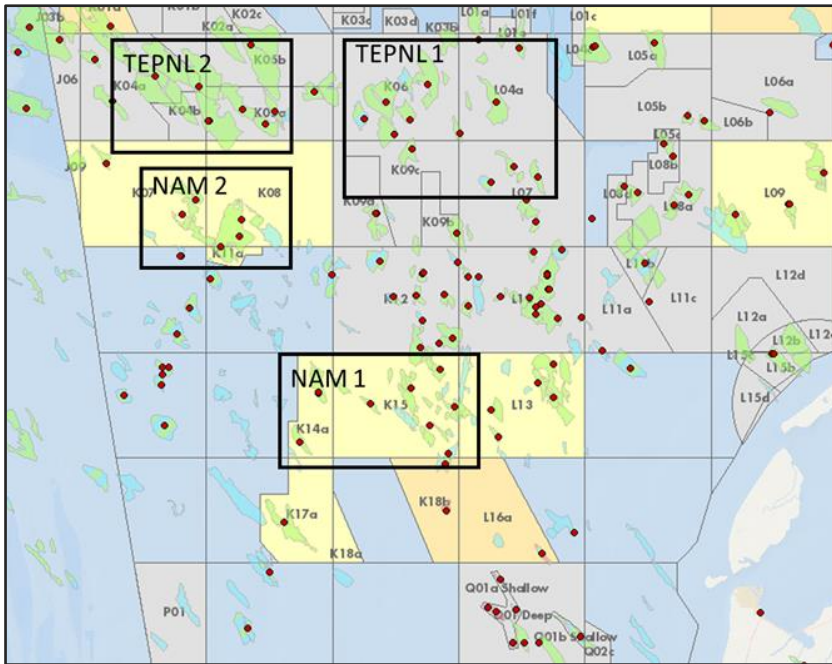
Figuur 4.3 Zoekzones kruising zeeering Maasvlakte, bron: Aramis, bewerking Pondera

Tracé op zee

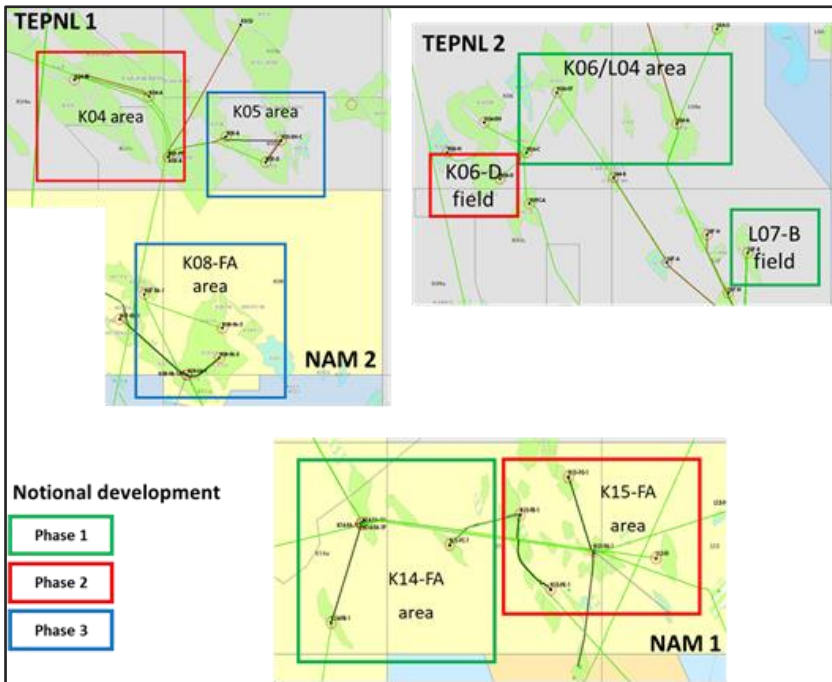
Na de duinkruising zijn voor de buisleiding op zee naar de opslaglocatie(s) momenteel 6 tracés in beeld. Naast deze tracés kijkt de initiatiefnemer ook naar 4 toekomstige uitbreidingen. De buisleiding komt, behoudens in de Maasgeul, op de zeebodem te liggen. Daarbij krijgt de buisleiding voor extra gewicht en stabiliteit en ter bescherming een betonnen omhulling. Op plaatsen waar de leiding andere kabels/leidingen kruist worden betonmatrassen aangebracht.

Tracés

De initiatiefnemer kijkt voor de eerste fase naar opslag in velden in de blokken K14 en L4/K6. Deze opslagvelden worden nu geëxploiteerd door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) en Total E&P Nederland B.V. Zie Figuur 4.4 voor de locaties die Aramis wil gebruiken voor opslag. Zie Figuur 4.5 voor een nadere uiteenzetting van de beoogde fasering van de verschillende opslaglocaties.

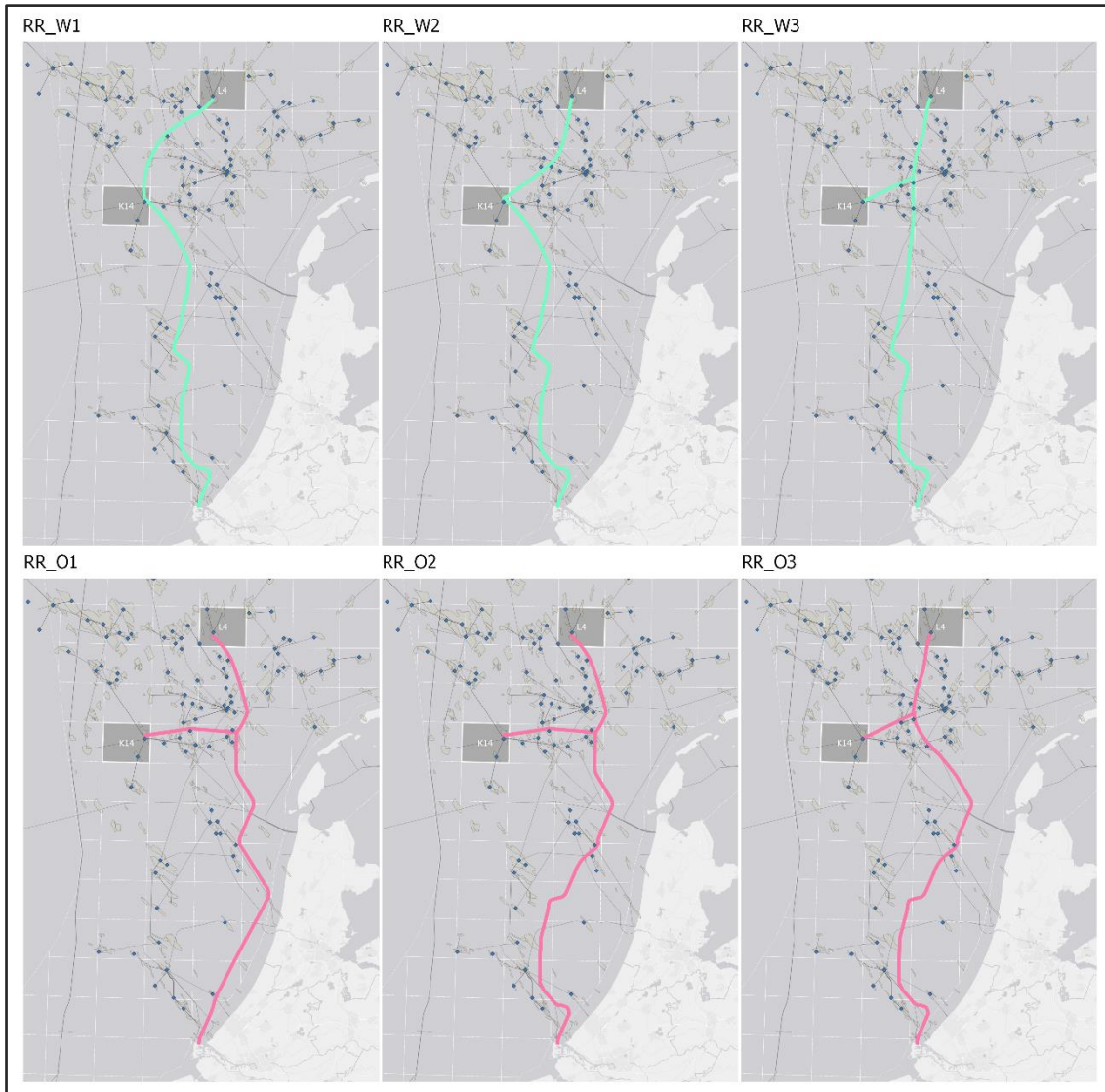


Figuur 4.4 Situering mogelijke opslaglocaties in K6/L4, K4/K5, K8 en K14/K15 blokken, bron: Aramis



Figuur 4.5 Gefaseerde inzet van de mogelijke opslaglocaties, bron: Aramis

Voor het bereiken van de velden in blokken K14 en L4/K6 heeft de initiatiefnemer 6 mogelijke tracés in beeld. Daarbij zijn er 3 westelijke tracés (RR-W1, RR-W2 en RR-W3) en 3 oostelijke tracés (RR-O1, RR-O2 en RR-O3). In Figuur 4.6 hebben de 3 oostelijke tracés een roze kleur en de 3 westelijke tracés een groene kleur.



Figuur 4.6 Tracés

De lengte van de verschillende tracés varieert. Tracés RR-W1 en RR-W2 zijn met 226 kilometer het kortst. Deze tracés kennen ook geen aftakkingen. Tracé RR-O2 is met 264 het langst. Zie Tabel 4.1 voor een nadere uiteenzetting.

Tabel 4.1 Tracés

| Tracés | Lengte K14 en K6/L4 | Lengte K14 | Lengte K6/L4 | Aftakkingen |
|--------|---------------------|------------|--------------|-------------|
| RR-W1 | 226 km | 166 km | 226 km | 0 |
| RR-W2 | 226 km | 166 km | 226 km | 0 |
| RR-W3 | 234 km | 196 km | 207 km | 1 |
| RR-O1 | 257 km | 207 km | 213 km | 1 |
| RR-O2 | 264 km | 214 km | 220 km | 1 |
| RR-O3 | 250 km | 212 km | 223 km | 1 |

5 van de 6 tracés gaan tot aan blok P9 (ca. 80 km) gelijk op. Alleen de meest oostelijke variant (RR-O1) wijkt af. Deze variant heeft een tracé relatief dicht bij de kust. Bij de splitsing in blok P9 gaan 3 tracés in westelijke richting (RR-W1, RR-W2 en RR-W3) en 2 tracés in oostelijke richting (RR-O2 en RR-O3). Het oostelijke tracé RR-O2 loopt vanaf blok Q4 weer gelijk op met RR-O1. Deze 2 varianten verschillen alleen in het eerste deel van het tracé. Daarmee hebben ze hetzelfde ontsluitingspotentieel, maar vermijdt RR-O2 het ondiepe water dicht bij de kust. Het oostelijke tracé RR-O3 volgt tot blok Q4 hetzelfde tracé als RR-O2. Na blok Q4 heeft het tracé van RR-O3 een meer westelijkere ligging als RR-O2. Voor de 3 oostelijke tracés geldt dat voor het bereiken van blok K14 een losse aftakking is voorzien.

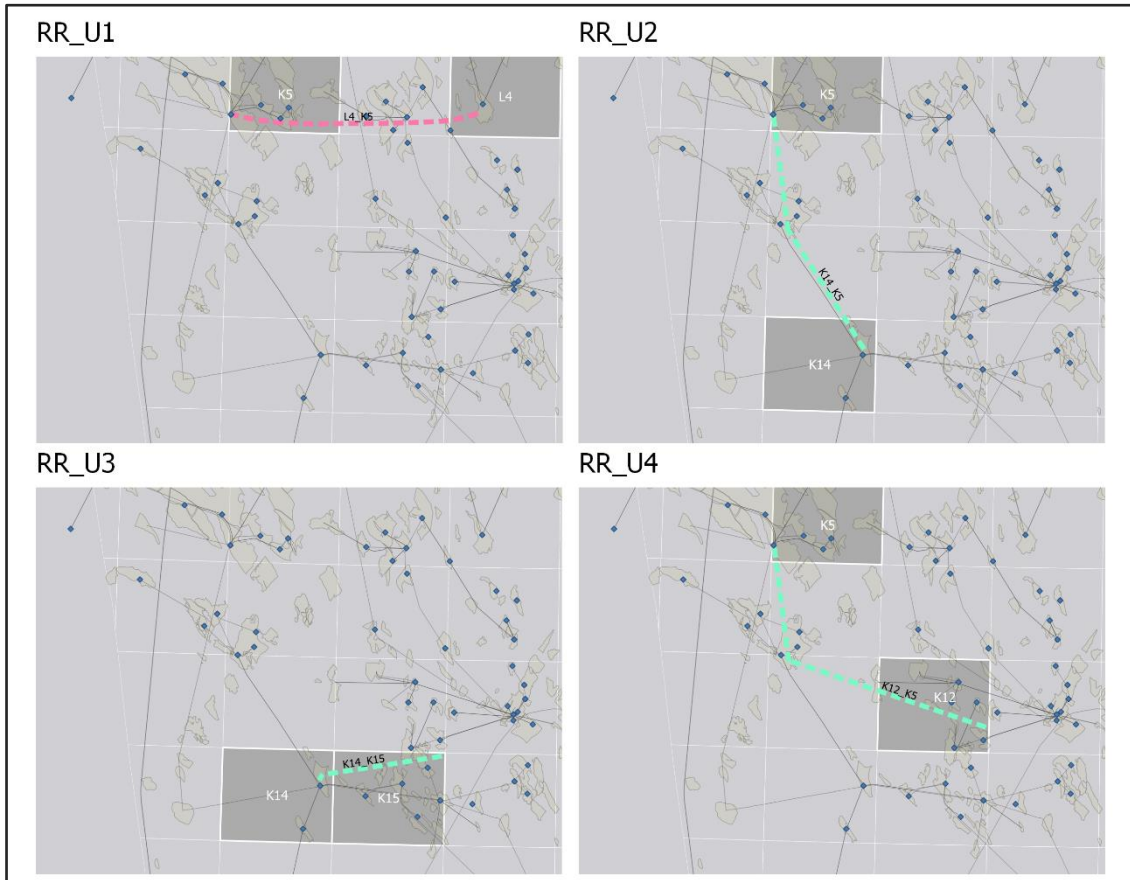
De 3 westelijke tracés lopen in eerste instantie gelijk op. Pas na ca. 125 km is een splitsing voorzien. De twee meest westelijke tracés (RR-W1 en RR-W2) lopen gezamenlijk door tot blok K14 om van daaruit verder te gaan naar blok K6/L4. Het meest oostelijke tracé (RR-W3) loopt na ca. 125 km in een rechte lijn naar blok K6/L4. Voor het bereiken van blok K14 is een losse aftakking voorzien.

Mogelijke uitbreidingen

Aramis ziet mogelijkheden om in de toekomst naast K14 en K6/L4 ook andere blokken te bereiken om daar CO₂ op te slaan. Mogelijke opties zijn een buisleiding van K6/L4 naar K5/K4 (hierna: RR-U1), een buisleiding van K14 naar K5/L4 (hierna: RR-U2), een buisleiding van K14 naar K15 (hierna: RR-U3) en een buisleiding van een centraal verdeelpunt in blok K12 naar K5/L4 via blok K7/K8 (hierna: RR-U4). Deze opties kunnen worden gezien als uitbreidingen op de 6 hoofdtracés. In Figuur 4.7 hebben de 4 mogelijke uitbreidingen een roze of een groene onderbroken lijn.

Tabel 4.2 Mogelijke uitbreidingen

| Tracés | Lengte |
|------------------|--------|
| K6/L4-K5 (RR-U1) | 50 km |
| K14-K5 (RR-U2) | 51 km |
| K14-K15 (RR-U3) | 24 km |
| K12-K5 (RR-U4) | 64 km |



Figuur 4.7 Mogelijke uitbreidingen

4.3 CO2NNECT

CO2NNECT is een initiatief van Gasunie en Vopak. Het initiatief voorziet in de realisatie van een terminal op de Maasvlakte van Rotterdam voor de aanvoer van vloeibaar gemaakte CO₂ (LCO₂). In de terminal kunnen (binnenvaart)schepen de LCO₂ lossen, om het vervolgens, na tijdelijke opslag (bufferen) in tanks aan wal op druk te brengen, zodat het naar de lege olie- en gasvelden op de Noordzee kan worden getransporteerd. CO2NNECT wil ook de mogelijkheid creëren om de LCO₂ weer op schepen te laden voor export naar andere locaties of bijvoorbeeld voor hergebruik van CO₂ als grondstof.

Het CO2NNECT-initiatief heeft directe raakvlakken met het Aramis-initiatief, omdat het de bedoeling is om voor transport naar de lege olie- en/of gasvelden de Aramis CO₂-infrastructuur te gebruiken. De terminal van CO2NNECT wordt aangesloten op de buisleiding van Aramis. Voor het aanleveren van de CO₂ in superkritische fase zijn aanvullende voorzieningen nodig, zoals hoge druk pompen en een warmtewisselaar om de temperatuur van de CO₂ boven nul graden Celsius te krijgen. Er wordt voor de opwarming van de CO₂ gekeken naar restwarmte afkomstig van de compressoren van Aramis en/of Porthos.

De locatie voor de overslag van de LCO₂ is nog in onderzoek. Eén van de opties is dat de bestaande Yukonhaven (in gebruik voor de overslag van Liquefied natural gas) wordt uitgebreid, waarbij afmeerplaatsen voor LCO₂ schepen worden gerealiseerd. Andere opties zijn om langs het Yangtzekanaal nabij Gate terminal afmeerplaatsen te realiseren.

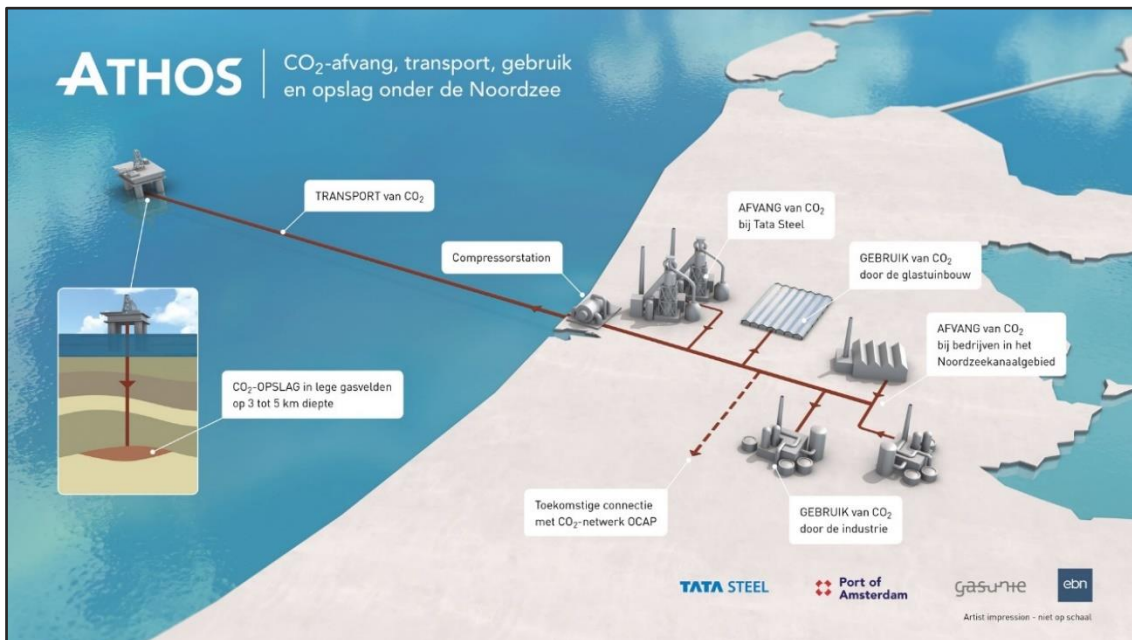
CO2NNECT verwacht in een eerste fase (2026) een aanvoer van zo'n 3,5 tot 7 Mton LCO₂ per jaar. Deze aanvoer kan met 2 tot 4 afmeerplaatsen worden gefaciliteerd. Afhankelijk van hoe de markt zich ontwikkelt zou er in de toekomst extra opslag- en steigercapaciteit moeten komen. Een mogelijke invulling voor het faciliteren van deze extra capaciteit is op dit moment nog niet bekend.

4.4 Athos

Athos staat voor Amsterdam-IJmuiden CO₂ Transport Hub & Offshore Storage en was een initiatief van Gasunie, EBN, Tata Steel IJmuiden en Port of Amsterdam. Dit initiatief (zie Figuur 4.8 voor een schematische weergave) is vlak voor de afronding van de onderhavige verkenning stopgezet. Reden voor de stopzetting was het besluit van Tata Steel d.d. 15 september 2021 om versneld de staalproductie te willen vergroenen via de DRI-technologie ('de waterstofroute'). Het ingeschatte beschikbare CO₂-volume van Tata Steel was het fundament voor de conceptuele en technische uitgangspunten van het initiatief.

Athos was één van de initiatieven die de aanleiding vormden voor de start van deze ruimtelijke verkenning. De verkregen informatie over het initiatief was input voor de werksessie 'Noordzeekanaalgebied' die op 5 juli 2021 is georganiseerd. Nu Athos is stopgezet heeft het ook geen toegevoegde waarde om de opgehaalde informatie van betrokken stakeholders en de resultaten van de ruimtelijke effectanalyse op te nemen in de onderhavige verkenning.

Met het versneld vergroenen van Tata Steel via de DRI-technologie en het als gevolg daarvan stopzetten van Athos is onzeker of, hoe en wanneer CO₂ uit het Noordzeekanaalgebied en het havengebied van Amsterdam zal worden aangevoerd voor opslag.



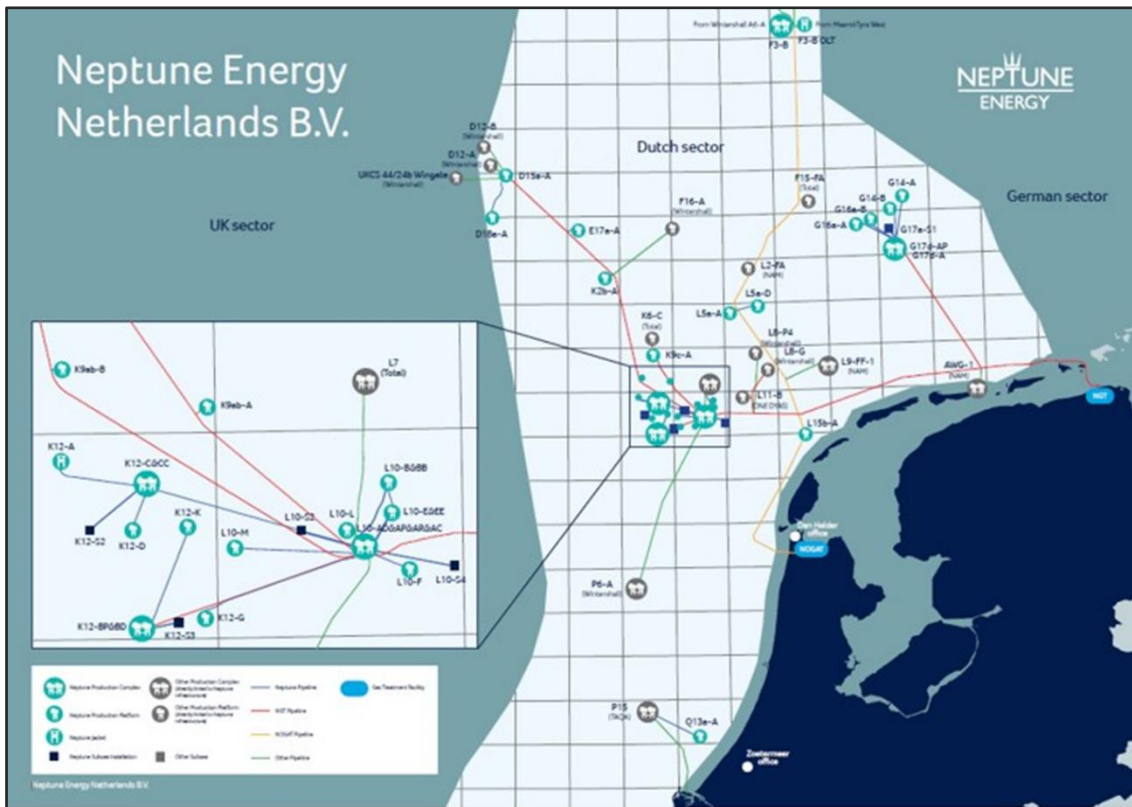
Figuur 4.8 Schematische weergave Athos-initiatief

4.5 Neptune

Neptune Energy Netherlands B.V. (hierna: Neptune) is een gasproducent met velden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De gasproducent ziet kans om CO₂ op te slaan in de lege velden in de blokken K12 en L10. Voor het transport van CO₂ wordt gekeken naar:

- Transport van CO₂ naar een productieplatform op zee per schip (LCO₂);
- Transport per buisleiding waarbij vooral wordt gekeken naar hergebruik van bestaande leidingen.

Voor Neptune ligt de focus op het verkrijgen van de noodzakelijke opslagvergunning. Er wordt momenteel onderzoek gedaan naar de geschiktheid van de verschillende gasvelden en de bruikbaarheid van bestaande buisleidingen en productieplatforms. Er zijn nog geen concrete ideeën voor de realisatie van nieuwe CO₂-infrastructuur. Daarom is geen nadere beschrijving opgenomen en wordt in deze verkenning geen analyse van de ruimtelijke impact uitgevoerd.



Figuur 4.9 Neptune opslaglocaties/platforms voornamelijk in de blokken K12 en L10, bron: Neptune Energy Netherlands B.V.

4.6 Petrogas

Petrogas E&P Netherlands B.V. (hierna: Petrogas) is een olie- en gasproducent met velden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De olie- en gasproducent ziet kans om CO₂ op te slaan in hun olievelden in hoofdzakelijk blok Q01. Volgens Petrogas hebben deze velden een opslagcapaciteit van 55 Mton CO₂ en is er een verwachte injectiecapaciteit van 5 Mton per jaar. Voor het transport van CO₂ naar hun productieplatforms wordt gekeken naar:

- Transport middels een bestaande buisleiding van ca. 51 cm (20 inch) met een verwachte transportcapaciteit van 10 Mton per jaar.
- Transport per tanker (LCO₂).

Voor Petrogas ligt de focus op het verkrijgen van de noodzakelijke opslagvergunning. Er wordt momenteel onderzoek gedaan naar de geschiktheid van de verschillende olievelden en de bruikbaarheid van bestaande buisleidingen en productieplatforms. Er zijn nog geen concrete ideeën voor de realisatie van nieuwe CO₂-infrastructuur. Daarom is geen nadere beschrijving opgenomen en wordt in deze verkenning geen analyse van de ruimtelijke impact uitgevoerd.

4.7 Wintershall

Wintershall Noordzee B.V. (hierna: Wintershall) is een olie- en gasproducent met velden in het Nederlandse, Deense en Britse deel van de Noordzee. De olie- en gasproducent ziet mogelijkheden om CO₂ op te slaan in een deel van de velden. Bij Wintershall ligt de focus niet alleen op het verkrijgen van de noodzakelijke opslagvergunning(en), maar kijkt het ook naar transport van de CO₂ naar de opslaglocaties in de noordelijke Q-blokken en de centrale P-blokken. Primair vanuit de IJmond, maar er wordt ook gekeken naar de Rijnmond. Wintershall heeft aangegeven dat voor het transport met nieuwe en/of hergebruik van bestaande buisleidingen concrete projectvoorstellen bestaan, maar dat gezien de fase waarin deze projecten zich bevinden en de beperkte communicatie hierover er in dit stadium nog geen verdere informatie kan worden gedeeld. In deze verkenning is daarom geen nadere beschrijving opgenomen en wordt geen analyse van de ruimtelijke impact uitgevoerd.

4.8 Carbon Connect Delta

Carbon Connect Delta (CCD) is een initiatief in de Schelde-Deltaregio. Dit initiatief is opgezet door Smart Delta Resources²³ en vormt in de huidige samenstelling een samenwerkingsverband van het havenbedrijf North Sea Port en de industriële bedrijven Dow Benelux, Yara en Zeeland Refinery. Insteek van het initiatief is om de CO₂-uitstoot vergaand te verminderen in het havengebied van North Sea Port (NSP). In de haalbaarheidsfase van het CCD-project, is onderzoek gedaan naar de verschillende CCS transport- en opslagmogelijkheden, rekening houdend met de synergie mogelijkheden bij aggregatie van CO₂ volumes. Verscheidene CCS scenario's voor afvang, transport en opslag van CO₂ uit het NSP havengebied zijn geëvalueerd op kosten-efficiëntie, systeem flexibiliteit en opschaling, realisatie tijdslijn, financieringsmogelijkheden, benodigde regelgeving en vergunningen. Op basis van de resultaten van de haalbaarheidsstudie hebben de industriële bedrijven Dow Benelux, Yara Sluiskil en Zeeland Refinery de 'Concept Select' fase gestart, waarbij in samenwerking met Aramis voor de gehele CCS-keten het afvang-, transport- en opslagsysteem voor CO₂ vanuit Zeeland verder wordt uitgewerkt. Vanaf 2026 kan middels de samenwerking via deze CCS-keten tot 3,5 Mton CO₂ per jaar (65% van de eerste fase van Aramis) worden opgeslagen. De geaggregeerde CO₂ capaciteit zal vanaf de laad locaties in het North Sea Port havengebied per schip in cryogene fase worden getransporteerd naar de CO₂NNECT terminal in Rotterdam.

²³ Smart Delta Resources (SDR) is een internationaal, sterk groeiend samenwerkingsverband van grote bedrijven uit de chemie, staal, energie en food industrie met actieve ondersteuning van de provincies Oost-Vlaanderen (België) en Zeeland (Nederland), havenbedrijf North Sea Port en regionale ontwikkelmaatschappij NV Economische Impuls Zeeland.

4.9 Conclusie

Op basis van de bovenstaande uiteenzetting kunnen we constateren dat de initiatieven met concrete tracé- en locatiekeuzes zich op de Maasvlakte in de regio Rotterdam Rijnmond bevinden. Het gaat in dit geval om de initiatieven van Aramis en CO2NNECT, met onder andere aanvoer van CO₂ vanuit Zeeland door Carbon Connect Delta. Het Athos-initiatief is stopgezet en van de andere initiatiefnemers zijn de plannen nog niet concreet genoeg voor het kunnen uitvoeren van een effectanalyse.

Met de initiatieven van Aramis en CO2NNECT wordt niet voorzien in de aanleg van nieuwe CO₂-infrastructuur op land voor aanvoer van CO₂. Het gaat alleen om een verzamelpunt voor CO₂ waar compressie/drukverhoging en overslag plaatsvindt (compressorsgebouw en terminal) en een buisleiding na compressie/drukverhoging voor transport van CO₂ naar verschillende opslaglocaties. Transport van CO₂ uit Zeeland naar Rotterdam (Carbon Connect Delta) wordt vooralsnog alleen beschouwd via scheepvaart; hier is geen ruimtelijke inpassing voor nodig.

5 Beoordelingskader

In hoofdstuk 4 zijn aan de hand van de afbakening in hoofdstuk 3 de leidingtracés en locaties beschreven die onderdeel zijn van de ruimtelijke verkenning. In dit hoofdstuk is het beoordelingskader toegelicht dat wordt toegepast. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de beoordeling van de locaties voor compressie en overslag van CO₂ (par. 5.2) en de beoordeling van de leidingtracés op land en zee voor transport van CO₂ naar de opslaglocaties (par. 5.3). De wijze van beoordelen is toegelicht in paragraaf 5.1. De resultaten van de beoordeling zijn opgenomen in hoofdstuk 6.

5.1 Inleiding

Het beoordelingskader geeft de te onderzoeken aspecten en criteria weer, op basis waarvan mogelijk optredende effecten worden beoordeeld. De effecten zijn het gevolg van de ontwikkelingen zoals geschetst in de voorgaande hoofdstukken (afbakening en inventarisatie). Hierbij wordt opgemerkt dat het gaat om een ruimtelijke verkenning en dat uitwerking en gedetailleerde beoordeling van effecten nog plaatsvindt in de te doorlopen RCR-procedures (inclusief een m.e.r.). Daarbij is het mogelijk dat er naar meer criteria wordt gekeken en informatie wordt toegevoegd. De verkenning is ook niet bedoeld om keuzes te maken tussen verschillende tracés of locaties, maar om in beeld te brengen waar knelpunten en hiaten zitten en wat eventuele aandachtspunten zijn.

De beoordeling gebeurt voornamelijk kwalitatief met behulp van een Geografisch Informatie Systeem (GIS), op basis van expert judgement en van ervaringen in andere projecten, zoals de Verkenning aanlanding netten op zee (Vanoz). GIS speelt tevens een belangrijke rol bij het visueel maken van geografische kenmerken en belemmeringen. Waar mogelijk en nodig worden kwantitatieve gegevens gebruikt.

5.2 Analyse locaties voor overslag/compressie van CO₂

In de onderstaande tabel staan de criteria en uitleg voor de effectanalyse van de locaties voor overslag/compressie van CO₂. In dit geval bestaande uit het compressorgebouw van Aramis en de terminal van CO₂NECT. Uit hoofdstuk 4 is gebleken dat de beoogde locaties op industrieterrein Maasvlakte liggen. Hierdoor is er nauwelijks invloed op de aspecten landschap, archeologie en cultuurhistorie te verwachten. Deze aspecten worden niet beoordeeld. Er wordt alleen gekeken naar de mogelijke effecten die tot buiten het terrein reiken.

Tabel 5.1 Beoordelingskader locaties compressorstation

| Thema | Aspect/ criterium | Toelichting | Beoordeling/ uitleg kleuren |
|---------------------|-------------------|---|--|
| Hinder leefomgeving | Geluid | Invloed op kwetsbare objecten a.d.h.v. ligging t.o.v. bevolkingskern of verspreide woonbebouwing. Volgens de Richtafstandenlijst van de Handreiking Bedrijven en milieuzonering (VNG) is afstand voor geluid 500 meter voor compressorstations met een vermogen van meer dan 100MW. | Aantallen kwetsbare gebouwen binnen 500m |

| | | | |
|--------|------------|--|--|
| | Veiligheid | Invloed op kwetsbare objecten a.d.h.v. ligging t.o.v. bevolkingskern of verspreide woonbebouwing. Uit de stukken voor het compressorstation van Porthos blijkt een maximale PR-contour van 200m. | Aantallen kwetsbare gebouwen binnen 200m |
| Natuur | Natura2000 | Vanwege externe werking (verstoring, stikstof etc) wordt ook de afstand tot Natura2000-gebied gegeven. | Afstand tot dichtstbijzijnde Natura2000-gebied |

5.3 Analyse leidingtracés op land/zee voor transport van CO₂

In de onderstaande tabel staan de criteria en uitleg voor de effectanalyse van de leidingtracés op land en zee voor transport van CO₂ naar de opslaglocaties.

Tabel 5.2 Beoordelingskader leidingtracés op zee na het compressorstation

| Thema | Aspect/ criterium | Toelichting | Beoordeling/ uitleg kleuren |
|---|---|--|---|
| Lengte | Lengte | Hoe groter de lengte, hoe meer ruimtebeslag wat meestal meer/grotere effecten betekent. Verder is het een factor voor de kosten, tijdsplanning en omgeving. | Lengte in km |
| Ruimtegebruik, gebruiksfuncties, hinder en veiligheid | Wind op zee | Effect op bestaande en geplande windparken op zee vanuit o.a. externe veiligheid aan de hand van afstand tussen tracé en windturbines. | Aantal windturbines binnen valafstand van tracé |
| | Kabels en leidingen | Aantal kruisingen met andere kabels en leidingen. Hierin zijn buisleidingen, elektra- en telecomkabels meegenomen. Bij kruisingen dienen voorzieningen te worden getroffen die kosten met zich meebrengen. | Aantal kruisingen |
| | Scheepvaartroutes | Invloed op scheepvaart zoals scheepvaartroutes, ankergebieden en vaargeulen. | Aantal kruisingen |
| | Zand- en schelpwinning | Doorkruising van zand- en schelpenwingebieden. | Aantal kruisingen |
| | Munitiestort- en militaire oefengebieden (m.u.v. vlieggebieden) | Doorkruising van munitiestort- en militaire oefengebieden. | Aantal kruisingen |
| | Baggerstortgebieden | Doorkruising van baggerstortgebieden. | Aantal kruisingen |
| Natuur | Natura 2000 | Doorkruising van Natura 2000-gebieden. | Aantal + lengte |

| | | | |
|-------------|---------------------------------------|---|---|
| Archeologie | Archeologisch waardevolle gebieden | Invloed op archeologische indicatieve waarden. | Lengte doorkruising gebieden met hoge trefkans |
|-------------|---------------------------------------|---|---|

6 Effectanalyse

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de tracés en locaties geanalyseerd. Daarbij wordt alleen gekeken naar de initiatieven van Aramis en CO2NNECT op de Maasvlakte. Deze initiatieven zijn voldoende concreet om een effectanalyse uit te kunnen voeren. De effectanalyse vindt plaats aan de hand van het beoordelingskader in hoofdstuk 5. In opeenvolgende paragrafen worden de resultaten gepresenteerd voor locatie(s) voor overslag en compressie en leidingtracés op land en op zee voor transport van CO₂ naar de opslaglocaties. Het hoofdstuk sluit af met bevindingen/conclusies en wordt gekeken naar de opgehaalde input tijdens de werksessies.

6.2 Leidingtracés op land voor aanvoer van CO₂

Voor de aanvoer van CO₂ worden door geen van de initiatiefnemers nieuwe buisleidingen voorzien. Door Aramis wordt mogelijk gebruik gemaakt van de Porthos-buisleiding. Laatstgenoemde is al beoordeeld in het MER²⁴ voor het Porthos-project en wordt daarom in dit document niet meegenomen.

6.3 Analyse locatie(s) voor overslag/compressie van CO₂

6.3.1 Compressorgebouw Aramis

Naast het Porthos compressorstation, dat voorziet in compressie en transport van CO₂ naar de opslagvelden in blok P18, is er het initiatief van Aramis om op of nabij het terrein van Porthos een extra compressorgebouw te realiseren, voor compressie en transport van CO₂ naar de opslagvelden in blokken K en L. In het milieueffectrapport (MER) van Porthos is onderzoek gedaan naar de inpasbaarheid van het compressorstation van Porthos op die locatie. Op basis van de uitkomsten van dat MER kunnen we aannemen dat voor een compressorgebouw van Aramis op of nabij die locatie in ieder geval de volgende aandachtspunten gelden:

- Er geldt een plaatsgebonden risicocontour in het kader van externe veiligheid. Binnen deze contour mogen geen kwetsbare objecten voorkomen.
- De realisatie van het compressorgebouw leidt mogelijk tot enige stikstofdeposities in Natura-2000 gebieden. Op 1 juli jl. is de wet Stikstofreductie en Natuurverbetering in werking getreden. Onderdeel van deze wet is de vrijstelling voor bouw- sloop en eenmalige aanlegactiviteiten, in het kort de bouwvrijstelling. Dit betekent in het vergunningstraject dat voor het aspect stikstof alleen nog de neerslag (depositie) in de gebruiksfase een rol speelt. In de gebruiksfase is compensatie of saldering waarschijnlijk noodzakelijk indien er stikstof uitgestoten wordt. Dit is te voorkomen door de inzet van elektrisch aangedreven compressoren.
- Voor de Maasvlakte geldt een vastgelegde geluidzone. Voor nieuwe (nog niet vergunde) activiteiten, zoals het compressorgebouw, moet worden bepaald in hoeverre het past binnen de geluidsruimte. Gezien de huidige invulling van Maasvlakte is er geen reden om aan te nemen dat het voornemen niet binnen deze geluidzone gerealiseerd kan worden.
- Door de realisatie van een compressorgebouw nabij het compressorstation van Porthos zijn mogelijk cumulatieve effecten van beide compressorgebouwen naast of ten opzichte van elkaar te verwachten. Deze effecten zullen bij een eventueel vervolgproces moeten worden onderzocht.

²⁴ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/overige-projecten/porthos/fase-1>

Bovenstaande zijn aandachtspunten voor een eventueel vervolgtraject. De inpasbaarheid van een compressorgebouw van Aramis op een locatie nabij het compressorstation van Porthos kan pas echt blijken uit nader (MER) onderzoek, gericht op een concrete inpassingsvraag.

6.3.2 Terminal CO2NNECT

Voor de aanvoer van CO₂ per (binnenvaart)schip wordt door CO2NNECT voorzien in de realisatie van een terminal nabij het terrein van Porthos. De locaties van de opslagtanks en de procesinstallaties is nog in onderzoek. Belangrijke aandachtspunten voor de terminal zijn:

- De realisatie van de terminal leidt tot extra scheepvaartbewegingen. Voor het Beer- en Yangtzekanaal zal moeten worden aangetoond dat er nog voldoende ruimte beschikbaar is om deze extra bewegingen te kunnen faciliteren. Mogelijk dat de terminal ook consequenties kan hebben voor andere gebruikers (langere wachttijden).
- De realisatie van de terminal en de extra scheepvaartbewegingen leiden mogelijk tot extra stikstofdepositie in Natura-2000 gebieden. De extra scheepvaartbewegingen vallen niet onder de bouwvrijstelling en moeten vergund worden. Dit is een belangrijk aandachtspunt. De beste wijze is het vermijden of verminderen van stikstofuitstoot door middel van bronmaatregelen. Te denken valt aan bijvoorbeeld elektrificeren, walstroom en varen op waterstof. Indien dit niet of onvoldoende mogelijk is, valt te denken aan saldering; dit is wellicht mogelijk met bedrijven die stikstofruimte in hun vergunning hebben of met (stoppende) veehouderijen. De mogelijkheden hiervoor moeten nader bekeken worden.
- De terminal biedt ruimte voor de aanvoer van maximaal 7 Mton CO₂ per jaar. De kans bestaat dat de behoefte aan aanvoer per schip verder gaat toenemen, wat betekent dat extra steiger- en opslagruimte nodig gaat zijn. De invulling van deze extra ruimtebehoefte staat nog open.

Bovenstaande zijn aandachtspunten voor een eventueel vervolgtraject. De inpasbaarheid van een terminal van CO2NNECT op een locatie nabij het compressorstation van Porthos kan pas echt blijken uit nader (MER) onderzoek, gericht op een concrete inpassingsvraag.

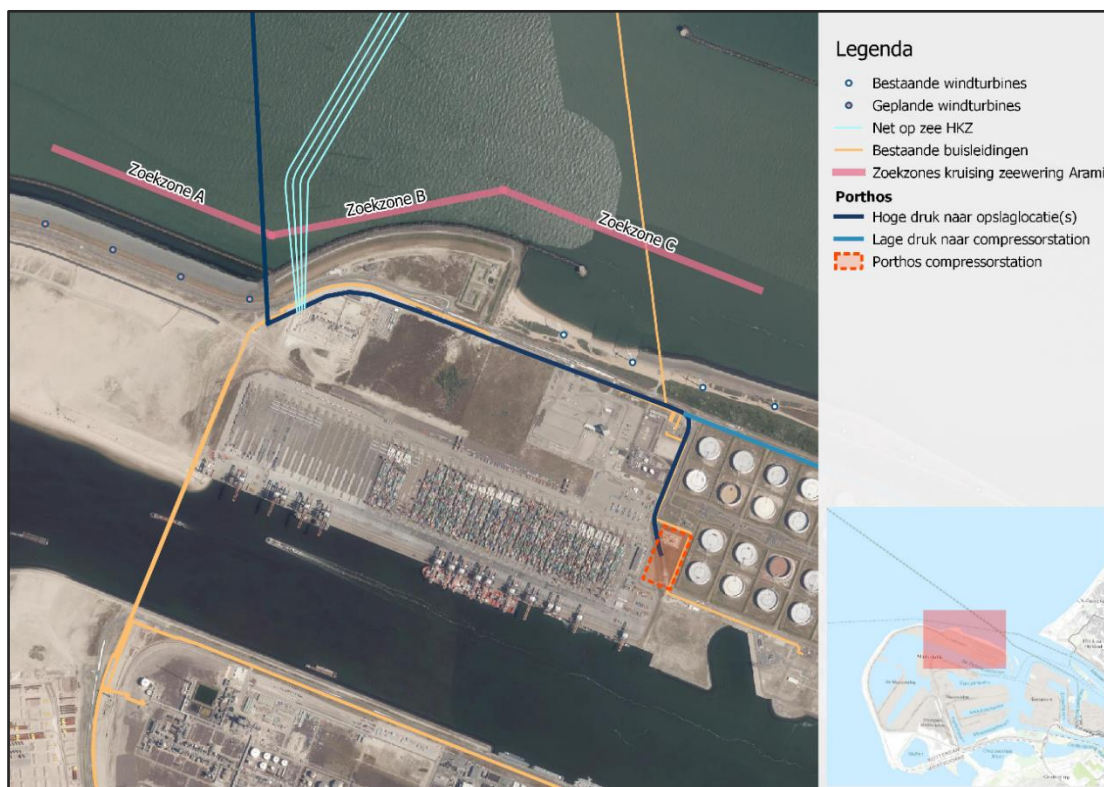
6.4 Analyse leidingtracés op land voor transport van CO₂

Na compressie is voor transport van de CO₂ door Aramis een nieuwe hoofdtransportleiding voorzien. De lengte van deze buisleiding is op land afhankelijk van de keuze voor de kruising van de zeewering en kan variëren van 0,5 km tot 3 km. Voor de aanleg van deze leiding is ruimte in de bestaande leidingstrook langs de Maasvlakteweg. Deze toekomstige leiding dient te voldoen aan de eisen van Waterschap Hollandse Delta. In de Keur is opgenomen dat leidingen van 10 bar of meer vergunningplichtig zijn. Aangetoond dient te worden dat de nieuwe leiding geen effect heeft op de waterveiligheid (conform de NEN 3650-serie).

Voor de kruising van de zeewering wordt bij Porthos gebruik gemaakt van een gestuurde boring. Het is nog niet bekend of voor de Aramis-buisleiding eenzelfde techniek wordt toegepast. Dit zal t.z.t. onderzocht moeten worden. De stabiliteit van de zeewering mag in ieder geval niet lijden onder de aanleg van de buisleiding. Het is weliswaar geen primaire waterkering, maar door Rijkswaterstaat zullen eventuele effecten wel volgens voorschriften van een primaire kering beoordeeld worden. Ook de kruising van de Maasgeul vergt extra aandacht. Dit kan namelijk leiden tot hinder voor de scheepvaart. Voor de toegepaste techniek is speciale goedkeuring nodig van de Havenmeester.

De kruising van de zeekering en de Maasgeul is in principe technisch uitvoerbaar, maar is sterk afhankelijk van de locatiekeuze. Deze locatiekeuze is, zoals in paragraaf 4.2.3 al aangegeven, nog niet bekend. Er wordt nog gekeken naar drie zoekzones. Mogelijke opties binnen de zoekzones worden nog onderzocht. Belangrijke aandachtspunten zijn:

- de ligging van de beoogde Porthos-buisleiding in zoekzone A;
- de TenneT-kabels naar windenergiegebied HKZ in zoekzone B;
- de aanwezigheid van een bestaande buisleiding in zoekzone C;
- de bestaande en geplande windturbines (bestaand windpark Maasmond en Windpark Maasvlakte 2) nabij zoekzone A en C. Gekeken moet worden naar de valafstand, maar ook naar de diepteligging van de leiding. Dit bepaald welke afstand tussen de turbine(s) en de buisleiding gehanteerd moet worden.
- de beperkte ruimte vóór de zeekering. Vanwege de aan te houden hellingshoek moet er voldoende ruimte zijn voor het maken van een boring.
- de beperkte ruimte in de Maasgeul. Hierdoor is er in de aanlegfase minder uitwijkmogelijkheid voor de scheepvaart.



Figuur 6.1 Aandachtspunten mogelijke kruising zeekering Aramis

In het vigerende bestemmingsplan 'Maasvlakte 2' is in principe al een voorkeur bepaald voor zoekzone B. Deze zoekzone valt voor een groot deel samen met een in het bestemmingsplan opgenomen vrijwaringszone voor aanlanding van toekomstige kabels en leidingen (zie Figuur 6.2). Deze vrijwaringszone dient ertoe te stimuleren dat toekomstige kabels en (buis)leidingen in deze zone worden aangelegd, enerzijds om een efficiënt ruimtegebruik van de zeebodem te bevorderen en anderzijds om de gebruik van de rest van de kustzone van de Maasvlakte niet te hinderen door de aanleg van kabels- en leidingen.



Figuur 6.2 Vrijwaringszones aanlandingen Maasvlakte 1/2

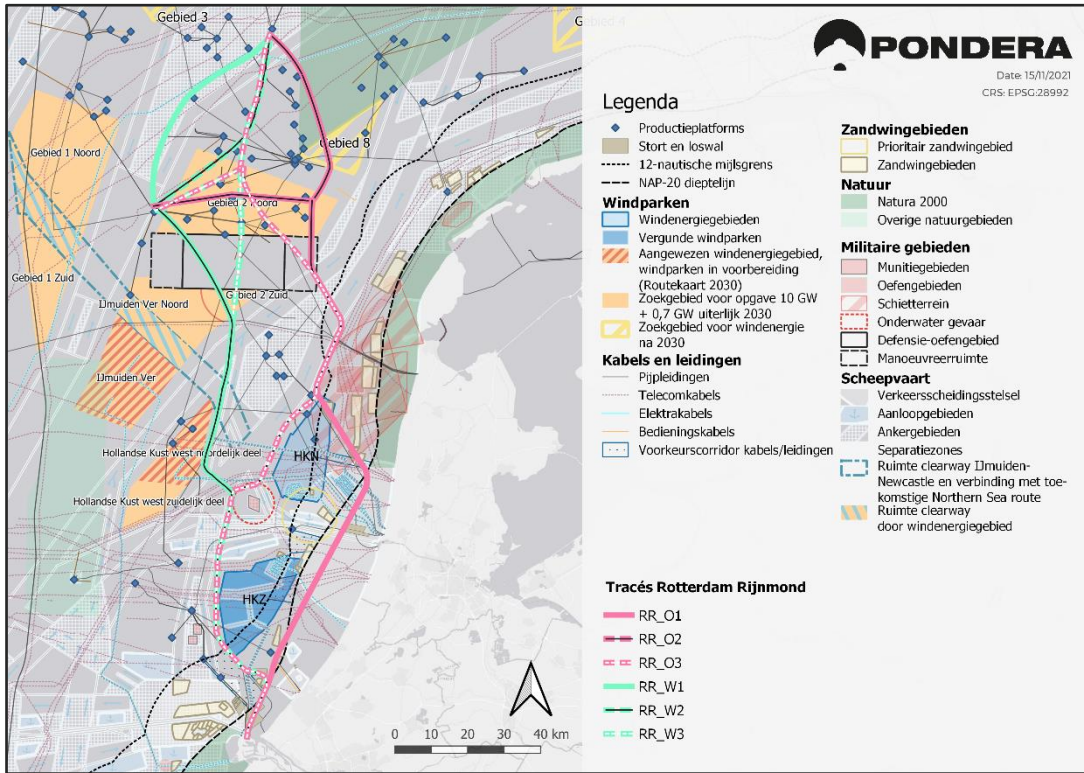
Kader 6.1 VAWOZ

Door Witteveen+Bos is in opdracht van het Ministerie van EZK recent een verkenning uitgevoerd naar kansrijke kabelroutes en aanlandlocaties voor extra windenergie van zee vóór 2030 (VAWOZ). Voor de Maasvlakte wordt gekeken naar een noordelijke en zuidelijke aanlanding (zie Figuur 6.6). Deze vallen buiten de 3 zoekzones van Aramis, waardoor er op dit punt geen knelpunt te verwachten is. Er is mogelijk wel sprake van een of meerdere kruisingen op zee. Hier gaan we in de volgende paragraaf nader op in.

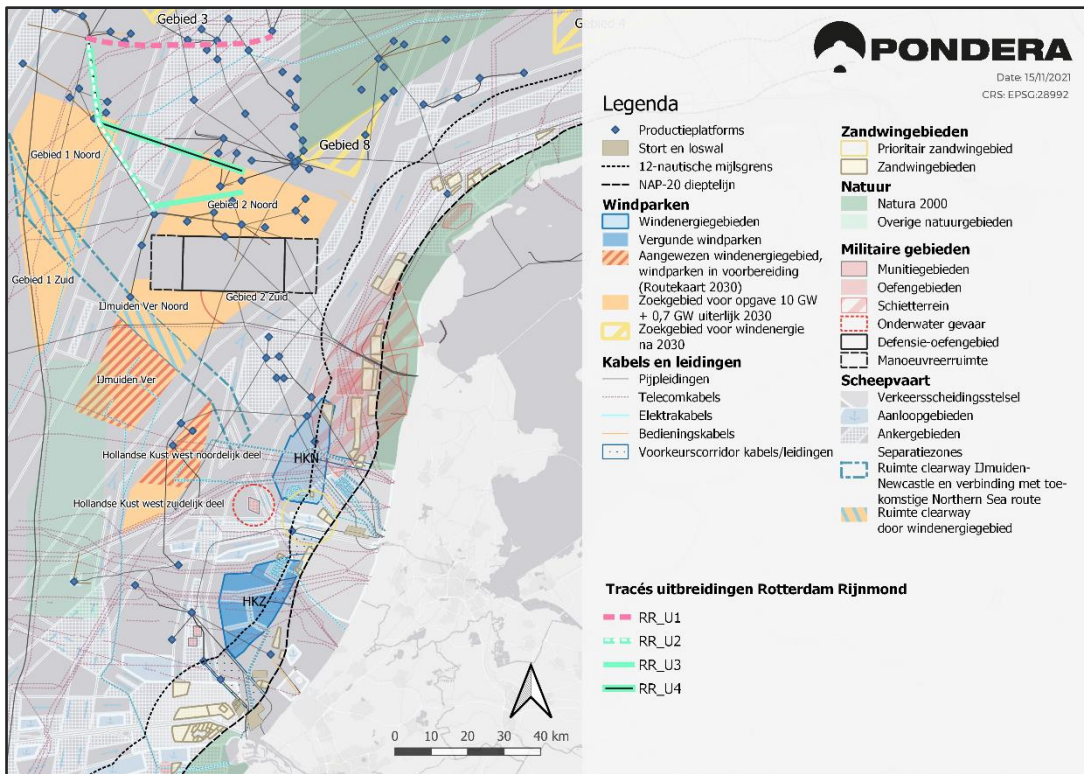
6.5 Analyse leidingtracés op zee voor transport van CO₂

In de eerste fase wordt voor de opslag gekeken naar de gasvelden in de blokken K14 en K6/L4. Voor het transport van de CO₂ zijn vanuit de Maasvlakte 6 verschillende leidingtracés in beeld. Zie Figuur 6.3 voor deze leidingtracés en de belemmeringen. Voor fase 2 (2030) en 3 (2035) wordt ook gekeken naar andere gasvelden dan in de blokken K14 en K6/L4. Zo zijn 4 mogelijke uitbreidingen in beeld. Zie Figuur 6.4 voor deze uitbreidingen en de belemmeringen.

De 6 tracés en 4 mogelijke uitbreidingen zijn geanalyseerd. De analyse per tracé is terug te vinden in bijlage 1. Hieronder wordt per onderdeel dieper ingegaan op de resultaten van de analyse.



Figuur 6.3 Belemmeringen tracés



Figuur 6.4 Belemmeringen mogelijke uitbreidingen

6.5.1 Lengte

Alle tracés hebben hetzelfde startpunt (kruising zeevering Maasvlakte) en verbinden dezelfde gasvelden in de blokken K14 en L4/K6. De lengte van de verschillende tracés varieert tussen de 226 km (RR-W1 en RR-W2) en 264 km (RR-O2). De westelijke tracés zijn alle drie duidelijk korter dan de drie oostelijke tracés. De lengte is niet direct van invloed op de uitvoerbaarheid. Een grotere lengte betekent echter wel een groter ruimtebeslag en daarmee een grotere kans op effecten. Verder is het een factor voor de kosten en de tijdsplanning voor wat betreft de aanleg.

| | RR-W1 | RR-W2 | RR-W3 | RR-O1 | RR-O2 | RR-O3 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Lengte | 226 km | 226 km | 234 km | 257 km | 264 km | 250 km |

De mogelijke uitbreidingen zijn qua lengte onderling niet goed vergelijkbaar omdat deze verschillende start- en/of eindpunten hebben.

| | RR-U1 (K14-K5) | RR-U2 (K14-K15) | RR-U3 (K12-K5) | RR-U4 (K6/L4-K5) |
|--------|----------------|-----------------|----------------|------------------|
| Lengte | 51 km | 24 km | 64 km | 50 km |

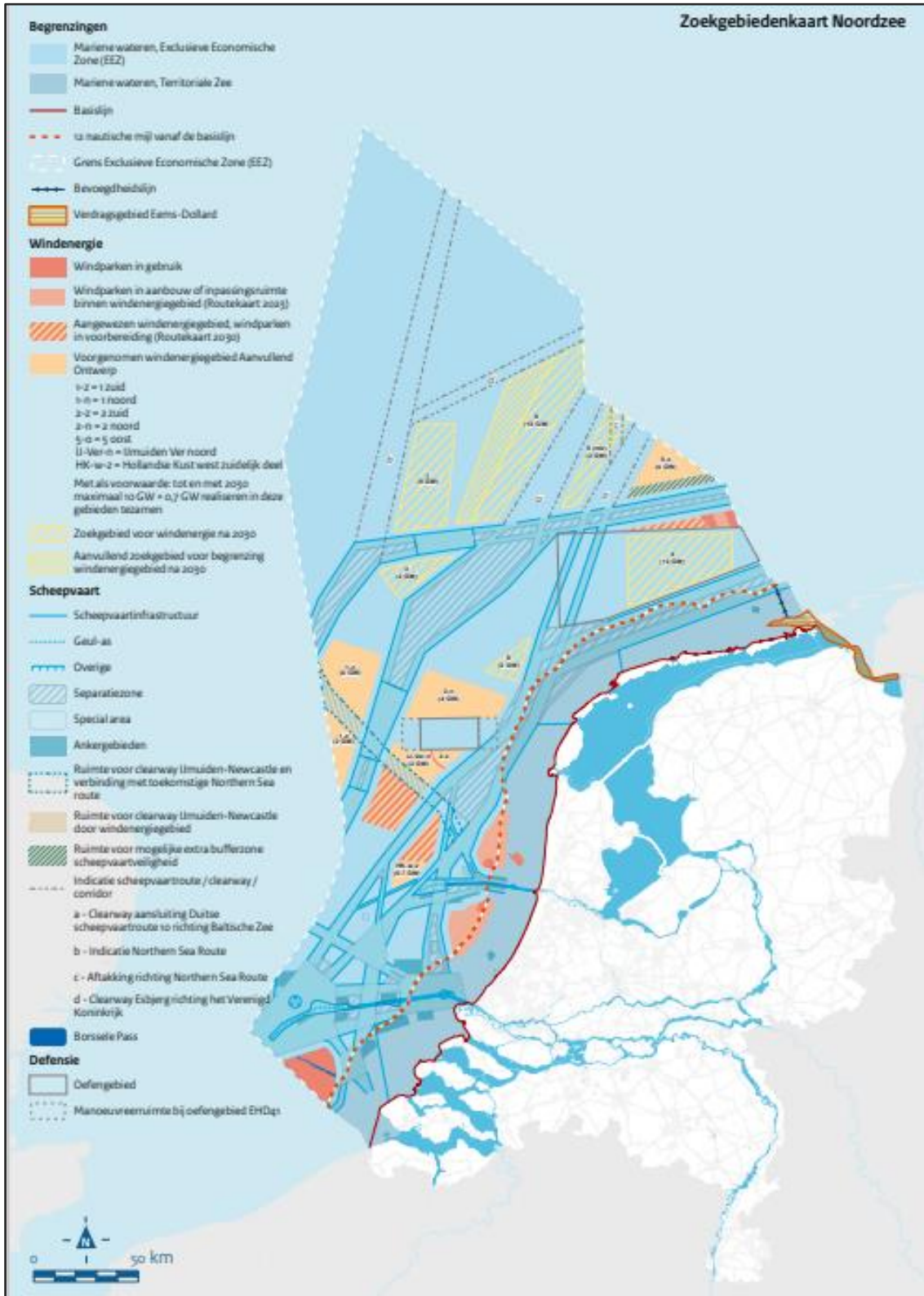
6.5.2 Ruimtegebruik

Wind op zee

De tracés en mogelijke uitbreidingen doorsnijden geen bestaande windparken. Ook de toekomstige windparken opgenomen in de Routekaart 2030 worden, behoudens tracé RR-01, niet doorsneden. Tracé RR-01 gaat door windenergiegebied Hollandse Kust Noord, maar ligt niet binnen de vergunde kavel, maar op een afstand van zo'n 2 kilometer.

Programma Noordzee 2022-2027

Het kabinet streeft ernaar om in het Programma Noordzee 2022-2027 ruimte voor 27 GW aan extra windcapaciteit op zee aan te wijzen. Voor de extra 27 GW heeft het kabinet in het ontwerp Programma Noordzee 2022-2027 acht zoekgebieden geïdentificeerd, die het nader onderzoekt. Een deel van deze acht gebieden zal het kabinet aanwijzen voor de extra windparken die bovenop de bestaande routekaart nodig zijn in de periode tot en met 2030. Dit zijn de gebieden die het snelst zijn te ontwikkelen en aan te sluiten op het elektriciteitsnet. In het Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee dat op 9 november in consultatie is gegaan, wordt beschreven welke windenergiegebieden het kabinet hiervoor voornemens is aan te wijzen. Naar verwachting neemt het kabinet hierover in maart 2022 een besluit met de publicatie van het definitieve Programma Noordzee 2022-2027. Na aanwijzing wordt in een Routekaart in het tweede kwartaal van 2022 bepaald voor welk van de aangewezen gebieden en in welke volgorde in de tijd kavelbesluiten genomen worden. Vervolgens worden voor deze kavels vergunningverleningsprocedures (tenders) gehouden waarna de bouw kan beginnen. Parallel aan dit proces wordt de aanlanding van de energie van zee naar land gerealiseerd. De resterende gebieden voor de 27 GW wijst het kabinet aan via een partiële herziening van het definitieve Programma Noordzee 2022-2027. Deze is naar verwachting in 2023 afgerond.



Figuur 6.5 Zoekgebieden Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee

Alle tracés gaan door het in het Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee opgenomen toekomstige windenergiegebied 'Gebied 2 Noord' ten noordoosten van 'IJmuiden Ver Noord'. De minste impact is te verwachten van tracés RR-W1 en RR-W2 met een doorsnijding van respectievelijk 7 en 22 kilometer. Voor de overige tracés geldt een doorsnijding van tussen de 40 en 55 kilometer. Daarmee hebben alle tracés mogelijk invloed op de toekomstige kavelindeling van het zoekgebied. Dit wil niet zeggen dat de aanleg van een buisleiding niet mogelijk is. Er is tussen windturbines onderling voldoende afstand, voor de aanleg en het onderhoud van een buisleiding. Het zorgt alleen voor minder flexibiliteit in de kavelindeling. Om te komen tot een werkbare indeling is het voor het vervolgtraject van belang dat er afstemming plaatsvindt tussen CO₂-transport en opslag en Wind op zee. Deze afstemming geldt ook voor windenergiegebied 'Gebied 2 Zuid', omdat de drie meest westelijke tracés (RR-W1, RR-W2 en RR-W3) hier doorheen lopen en voor windenergiegebied 'Gebied 8', omdat de twee meest oostelijke tracés (RR-O1 en RR-O2) hier doorheen lopen. Ook de mogelijke uitbreidingen naar blok K5 (RR-U2 en RR-U4) gaan door een in het Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee opgenomen toekomstige windenergiegebied ten westen van IJmuiden Ver (Gebied 1 Noord). Hier geldt ook dat afstemming moet plaatsvinden. Zie Figuur 6.7 voor de ligging van de relevante zoekgebieden en de verschillende tracés.

Kabels en leidingen

Indien kabels en leidingen op zee gekruist worden dienen voorzieningen te worden getroffen die (extra) kosten met zich meebrengen. De kruisingen betreffen elektra- bedienings-, telecomkabels en buisleidingen. Daarbij zijn alle bestaande en geplande leidingen meegenomen. Inactieve kabels en leidingen zijn niet meegenomen. Daarnaast volgen in sommige gevallen de telecomkabel en elektrakabel hetzelfde tracé. Deze tellen dan als een enkele kruising. Het aantal kabelkruisingen varieert tussen de 18 (RR-W2) en de 28 (RR-O1), het aantal leidingkruisingen varieert tussen de 10 (RR-O1) en 23 (RR-O3).

Kader 6.2 Kabeltracés VAWOZ

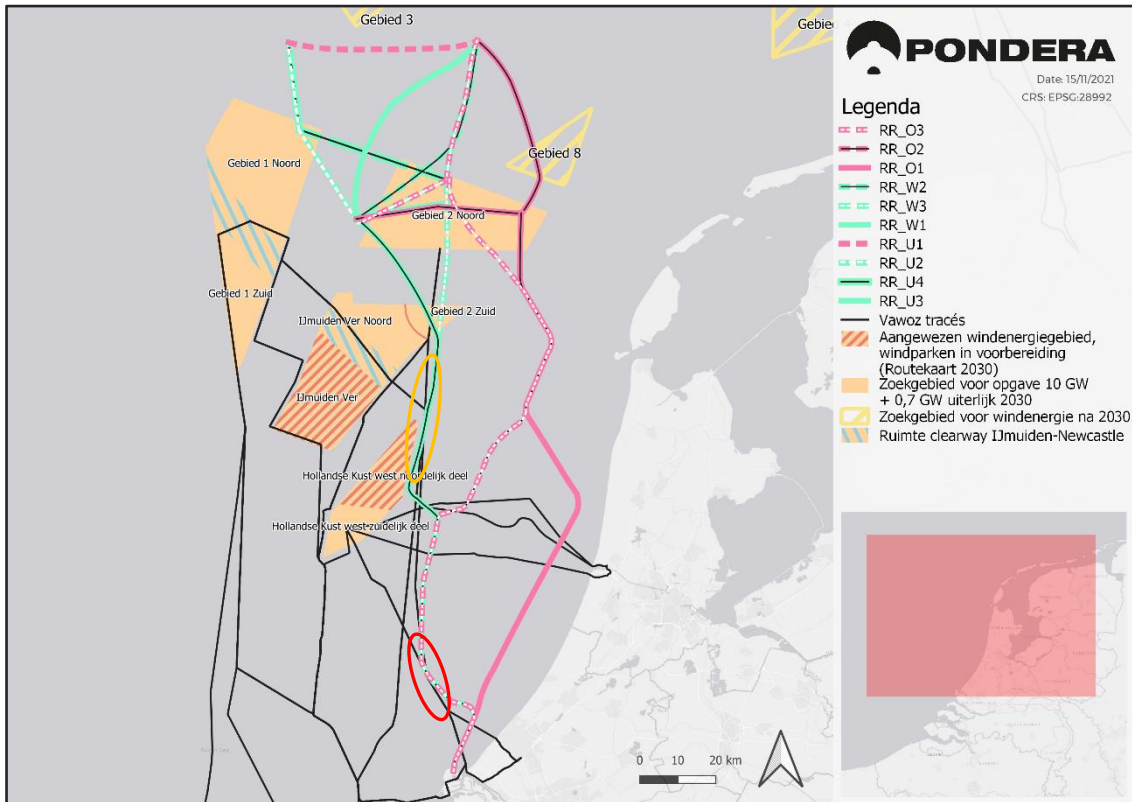
Zoals in kader 6.1 al vermeld zijn er kruisingen op zee te verwachten tussen de verschillende kabeltracés van VAWOZ en de leidingtracés van Aramis. Na analyse blijkt dat alleen de 6 hoofdtracés van Aramis kruisingen laten zien. De 4 mogelijke uitbreidingen kruisen niet met de voorlopige kabeltracés van VAWOZ.

De tracés RR-W1 en RR-W2 tellen met 13 de meeste kruisingen. Het meest oostelijke tracé RR-O1 telt met 8 de minste kruisingen. In werkelijkheid zal het aantal kruisingen lager uitpakken. Dit komt omdat bij VAWOZ ook nog wordt gewerkt met verschillende tracévarianten. Daarbij hoeft een kruising geen knelpunt te zijn voor de ontwikkeling van een CO₂-buisleiding.

Een belangrijker aandachtspunt is de constatering dat 5 van de 6 tracés op een deel van het traject nagenoeg gelijk lopen met de ligging van een tracévariant naar windenergiegebied HKW8 en een tracévariant naar Zoekgebied 2 (zie de rode omcirkeling op Figuur 6.3). Bij de 3 westelijke tracés is er nog een deel van het traject dat nagenoeg gelijk loopt met de ligging van tracévarianten naar Zoekgebied 1 en Zoekgebied 2 (zie de oranje omcirkeling op Figuur 6.3). Bovenstaande constatering kan van invloed zijn op de haalbaarheid van de verschillende tracés. Belangrijk voor een eventueel vervolgtraject is nadere afstemming. Daarbij liggen er ook kansen om de verschillende tracés te bundelen. Een gebundeld tracé betekent immers efficiënt ruimtegebruik.

Kader 6.3 Kabeltracés en parkbekabeling

Naast de kabeltracés van VAWOZ (TenneT) zijn er ook kabels van de exploitanten van de windparken (parkbekabeling). Bij de uitvoering van de aanleg van de windparken en de Net op Zee aansluitingen, waaronder VAWOZ, is de planning en afstemming van de werkzaamheden tussen de windpark exploitant en TenneT in bepaalde gevallen uiterst complex. Indien een CCS-project in het hetzelfde gebied in dezelfde periode ook werkzaamheden zal uitvoeren, zal een vroegtijdige afstemming tussen alle partijen noodzakelijk zijn.



Figuur 6.6 Kruising zoekgebieden windenergie²⁵ en tracévarianten VAWOZ

Scheepvaartroutes

Alle tracés gaan door het verkeersscheidingstelsel (VSS) dat wordt gebruikt door de scheepvaart op de Noordzee. Dit geeft echter geen grote belemmering voor de scheepvaart, uitgezonderd de aanlegperiode waarin hinder kan ontstaan. De belangrijkste kruising – vanwege de directe toegang tot de haven van Rotterdam – is de kruising van de Maasgeul. De aanleg van pijpleiding zal hier in nauwe afstemming met de haven moeten plaatsvinden. Ook gaan bijna alle opties door separatiezones, die worden gebruikt door schepen om in noodgevallen naar toe uit te wijken. Ook dit vormt geen belemmering voor de scheepvaart, hooguit tijdelijk tijdens de aanlegfase. Het aantal scheepvaartroutes dat gekruist wordt, varieert van 5 (RR-O1) tot 8 (RR-O3).

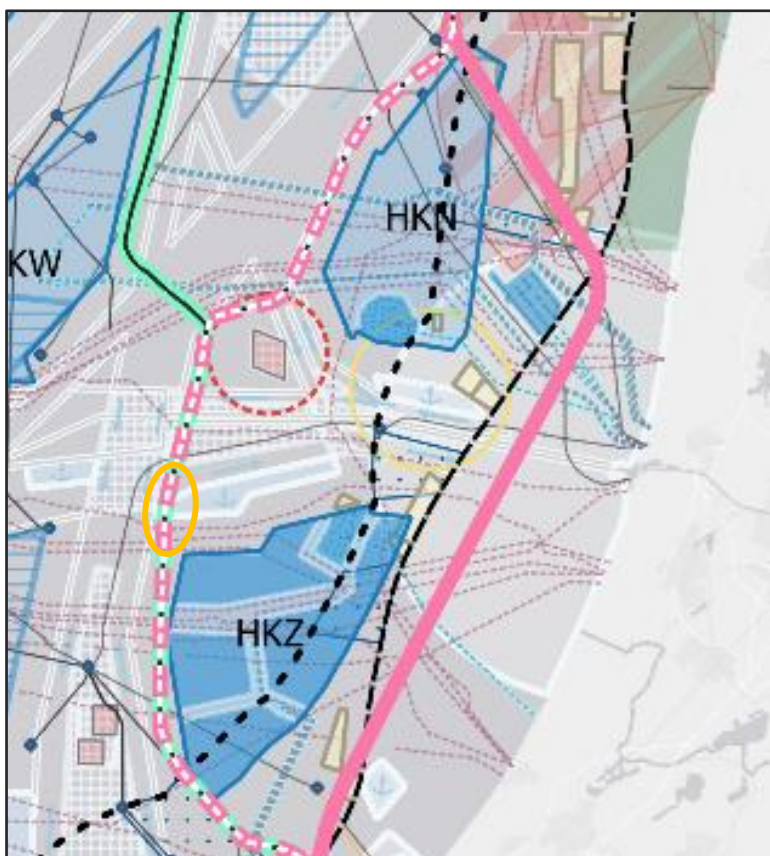
Ook door de mogelijke uitbreidingen worden scheepvaartroutes gekruist. Het gaat hier maximaal om 2 kruisingen.

²⁵ Indicatief ingetekend op basis van het Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee.

Anker- en aanloopgebieden

Alle tracés kruisen het aanloopgebied van de Maasgeul/Eurogeul. Het kruisen van een aanloopgebied heeft geen ander effect voor de scheepvaart dan het kruisen van het verkeersscheidingsstelsel. Echter door het grote aantal schepen dat hier dagelijks de haven van Rotterdam in- en uit varen heeft een kruising op deze locatie meer impact, dan verder op zee. Dit geeft mogelijk hinder tijdens de aanleg en bij onderhoudswerkzaamheden.

Met uitzondering van tracé RR-O1 kruisen alle andere tracés de meeste westelijke zijde van een ankergebied ten zuidwesten van de IJgeul. Zie de oranje cirkel op Figuur 6.7. Het ankergebied wordt zowel aan de westzijde als de noordzijde begrensd door scheepvaartroutes (incl. special area). Indien het ankergebied niet gekruist kan of mag worden betekent dit aanleg in de lengterichting van de scheepvaartroute aan de westzijde. Afgewogen moet worden wat de beste wijze is van het kruisen van dit drukke scheepvaartpunt met ook kruisend verkeer.



Figuur 6.7 Kruising ankergebied ten zuidwesten van de IJgeul

Zand- en schelpwinningsgebieden

De zone tussen de 'doorgaande NAP -20 m dieptelijn en de 12-nautische mijlsgrens', is in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 gereserveerd als voorkeursgebied voor zandwinning voor suppletie. Deze zone wordt door elke tracéoptie doorsneden, maar de lengte verschilt wel. Zo gaan de westelijke tracés langer buiten de 12 NM-grens en gaan deze 19 km door het voorkeursgebied voor zandwinning. RR-O2 en RR-O3 liggen 38 km binnen dit voorkeursgebied. RR-O1 kent vanwege de meest oostelijke ligging parallel aan de kust de langste lengte door dit gebied, namelijk 59 km.

In de zone ligt een aantal gebieden met een vergunning waar zandwinning momenteel is toegestaan. RR-O1 gaat door 5 zandwinningsgebieden, alle andere tracés door 1. Alle tracés gaan door 1 schelpwinningsgebied. Door hertracering zijn enkele zandwinningsgebieden mogelijk nog te vermijden. Het gaat hier om huidig vergunde gebieden, wat kan betekenen dat deze mogelijk al zijn uitgeput voordat de leiding wordt aangelegd. Zolang deze gebieden in gebruik zijn dienen ze echter zoveel mogelijk te worden vermeden.

Munitiestort- en militaire oefengebieden

Nabij de kust ten westen en zuidwesten van Den Helder liggen schietterreinen en oefengebieden voor mijnenruimen. Het meest oostelijke tracé (RR-O1) loopt door deze gebieden. Ook de andere oostelijke tracés (RR-O2 en RR-O3) liggen net binnen de grens van het militaire oefengebied. Met duidelijke afstemming over de werkzaamheden tijdens de uitvoering worden er geen bezwaren gezien om dit gebied te kruisen. Met Defensie zullen de eventuele maatregelen en gevolgen moeten worden besproken. Anderzijds kunnen de mogelijkheden worden onderzocht om dit gebied te mijden door te kiezen voor een hertracering. Voor tracé RR-O1 is dit minder realistisch. Mogelijke oplossing is het zoveel mogelijk aansluiten op de ligging van een bestaande leiding. Hierdoor is de impact op het militaire oefengebied relatief beperkt.

Baggerstortgebieden

Ten noorden van de Eurogeul/Maasgeul liggen enkele baggerstortgebieden (incl. stort-/loswal). Op RR-O3 na gaan alle tracés door 1 of 2 van deze gebieden. Bekeken moet worden of deze door hertracering te vermijden zijn en anders moet in overleg getreden worden hoe deze gekruist kunnen worden. Hier lijken op voorhand geen grote belemmeringen door te ontstaan maar is wel een aandachtspunt.

6.5.3 Natura 2000-gebieden

De twee oostelijke tracés RR-O1 en RR-O2 hebben het laatste deel in de richting van blok L4/K6 een meer oostelijke ligging dan de andere 4 tracés. Hierdoor liggen deze twee tracés over een afstand van circa 20 km in het Natura 2000-gebied Friese Front (vogelrichtlijngebied). Nader onderzoek is nodig om de exacte impact op dit gebied vast te stellen en om eventuele maatregelen te kunnen nemen. Het doorkruisen van het Friese Front is vermoedelijk met een aantal maatregelen, zoals het voorkomen van werkzaamheden in bepaalde periode(s), geen knelpunt voor de aanleg van een CO₂-buisleiding.

6.5.4 Archeologisch waardevolle gebieden

Alle tracés gaan 5 km door archeologisch waardevol gebied met een hoge waarde. Met uitzondering van tracé RR-O1 gaan alle andere tracés ook 41 km door een archeologisch waardevol gebied met een middelhoge waarde. Nader onderzoek is nodig om de exacte waarde van deze gebieden vast te stellen en om eventuele maatregelen te kunnen nemen.

Het doorkruisen van een archeologisch waardevol gebied met een hoge waarde is bij het aanbrengen van de buisleiding op de zeebodem geen knelpunt. De zeebodem wordt bij deze aanlegmethode in principe niet geroerd.

6.6 Bevindingen effectanalyse

In deze paragraaf volgt een opsomming van de bevindingen op basis van bovenstaande effectanalyse die aandacht vragen in een eventueel vervolproces.

Locatie(s) voor overslag/compressie van CO₂

Compressorgebouw Aramis

De locatie voor het compressorgebouw van Aramis nabij het compressorstation van Porthos is bestemd voor industrie. Hinder voor de leefomgeving is, gezien de grote afstand tot woonbebouwing, relatief beperkt. Grote knelpunten zijn niet te verwachten. Echter de inpasbaarheid van het compressorgebouw kan en zal pas blijken uit nader onderzoek, gericht op een concrete inpassingsvraag.

Terminal CO2NNECT

De locatie voor de terminal van CO2NNECT is bestemd voor industrie. Hinder voor de leefomgeving is, gezien de grote afstand tot woonbebouwing relatief beperkt. Belangrijk aandachtspunt is de extra scheepvaartbewegingen door het Beer- en Yangtzekanaal en de uitstoot van stikstof door de extra scheepvaartbewegingen.

Leidingtracés voor transport van CO₂

Voor de leidingtracés naar de opslaglocaties gelden de volgende bevindingen:

- Kruising van de zeewering is technisch uitvoerbaar, maar voor de locatiekeuze moet in ieder geval afstemming plaatsvinden over de aanwezige TenneT-kabels naar windenergiegebied HKZ, de beoogde Porthos-leiding, de windturbines aan de rand van de Maasvlakte en de aanlanding van een reeds bestaande buisleiding.
- Kruising van de Maasgeul is technisch uitvoerbaar, maar heeft gezien het grote aantal schepen dat hier dagelijks de haven in- en uit varen, meer impact dan een kruising van het verkeersscheidingsstelsel of een aanloopgebied. Voor de toegepaste techniek is speciale goedkeuring nodig van de Havenmeester.
- Sommige tracés lopen door ankergebieden, zandwinningsgebieden en een militair oefengebied. Door hertracering zijn deze gebieden mogelijk nog te vermijden. Er is wel een onderscheidend verschil tussen de alternatieven in lengte doorsnijding van het voorkeursgebied voor zandwinning (doorgaande NAP -20 m dieptelijn en de 12-nautische mijlsgrens). In overleg met Rijkswaterstaat zal bekeken moeten worden of alle tracés hierdoor haalbaar zijn.
- 5 van de 6 tracés lopen op een deel van het traject nagenoeg gelijk met de ligging van enkele tracés voor TenneT-kabels naar toekomstige windenergiegebieden. Nadere afstemming is nodig om te voorkomen dat in de toekomst een knelpunt gaat ontstaan. Er liggen daarmee echter ook kansen om de verschillende tracés te bundelen.
- 2 tracés kruisen het Natura 2000-gebied Friese Front. De aanleg van een leiding is vermoedelijk met een aantal maatregelen, zoals het voorkomen van werkzaamheden in bepaalde periode(s), uitvoerbaar.

6.7 Aandachtspunten werksessies

In deze paragraaf staan kort de belangrijkste aandachtspunten (kansen en risico's) genoemd die naar voren zijn gekomen in de werksessies 'Rotterdam-Rijnmond' en 'Zee'. Hier dient in acht te worden genomen dat het op het niveau van een verkenning is, die de start vormt van het gespreksproces met de omgeving. Op het moment dat een RCR-procedure voor een CCS-initiatief start, wordt dit proces, zoals gebruikelijk, geïntensiveerd. De kansen en risico's zoals hier genoemd, kunnen dan aangevuld worden.

Tabel 6.1 Vraagstukken uit werksessies

| Onderdeel | Vraagstukken | Behandeling |
|--|---|---|
| Compressie | <ul style="list-style-type: none"> Effecten met betrekking tot externe veiligheid | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.3 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Effecten met betrekking tot geluid. Is er voldoende geluidruimte? | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.3 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Is er voldoende ruimte voor extra (koelwater)leidingen, kabels, enz. | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.3 en 6.4 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Wordt gekeken naar koppeling aan een warmtenet, gezien de restwarmte? | <ul style="list-style-type: none"> Initiatiefnemers kijken naar onderlinge uitwisseling van restwarmte. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Hoe wordt omgegaan met koelwaterafvoer? | <ul style="list-style-type: none"> Initiatiefnemers kijken naar onderlinge uitwisseling van koelwater. |
| Overslag (terminal) | <ul style="list-style-type: none"> Stikstofruimte in de bouw- en operationele fase | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.3 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Bestemmingsplan is nog LNG en moet nog LNG+CO₂ worden | <ul style="list-style-type: none"> Deze wijziging is onderdeel van een eventuele vervolprocedure |
| Leidingtracé land (kruising zeewering) | <ul style="list-style-type: none"> Is rekening gehouden met de impactzones van de geplande windturbines op de kop van de Maasvlakte? | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.4. Bij de tracékeuze zal hier rekening mee moeten worden gehouden |
| | <ul style="list-style-type: none"> Is rekening gehouden met de kabels van TenneT van HKZ? | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.4 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Er is beperkte ruimte voor kruisingen, het is druk op de Maasvlakte. Afstemming met Havenbedrijf Rotterdam is nodig. | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.4 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Is er nog ruimte voor aanlandingen/kruisingen? | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.4. Dit zal moeten blijken uit een nadere tracéstudie |
| Leidingtracé zee | <ul style="list-style-type: none"> Kruising Maasgeul en impact scheepvaart. Randvoorwaarden door Havenmeester | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.4. Afstemming met de Havenmeester bij kruising van de Maasgeul is nodig. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Impact van aanleg leidingen en voorbereidend werk (baggeren, bodem onderzoek etc.) op bereikbaarheid en veiligheid van de haven. | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.4. Afstemming met de Havenmeester bij kruising van de Maasgeul is nodig. |
| | <ul style="list-style-type: none"> Rekening houden met VAWOZ | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.5 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Integrale planning kabels en leidingen. Hoeveel kan er nog bij? | <ul style="list-style-type: none"> Belangrijk is nadere afstemming om te komen tot een toekomst vaste ontwikkeling met minimale impact |
| | <ul style="list-style-type: none"> Hoe verhoudt de verkenning zich tot het opstellen van het ontwerp Nationaal Water Programma en in het bijzonder het Ontwerp Programma Noordzee 2022-2027? | <ul style="list-style-type: none"> Zie paragraaf 6.5 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Wat is de samenhang met North Sea Energy en andere ontwikkelingen (waterstof, wind op zee) en deze verkenning? | <ul style="list-style-type: none"> Belangrijk is nadere afstemming om te komen tot een toekomstvaste ontwikkeling met minimale impact |

| | | |
|--|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Worden andere pijpleidingen die op dit moment aanlanden die niet in de genoemde projecten zitten, ook onderzocht wat hun functie kan zijn? | <ul style="list-style-type: none"> • Zie paragraaf 1.4.5 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Bij de keuze van tracés rekening houden met de beleidsuitgangspunten voor het aanleggen van kabels en leidingen op zee. Bundeling met bestaande infrastructuur, haaks kruisen van bestaande kabels en leidingen en zo min mogelijk scheepvaart routes doorsnijden. | <p>Zie paragraaf 6.5</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Sommige leidingen kruisen zandwingsgebieden, en hebben dus invloed op mogelijke winbare zandvoorraad. | <ul style="list-style-type: none"> • Zie paragraaf 6.5. Afstemming met de Rijkswaterstaat is nodig. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Leidingen dienen voldoende te worden ingegraven en bestand te zijn tegen ankers van schepen (noodankers is een scenario voor het ankeren buiten de reguliere ankergebieden). | <ul style="list-style-type: none"> • Uitgangspunt van het Aramis-initiatief is het aanbrengen van de leiding op de zeebodem. Ter bescherming krijgt de leiding een betonnen omhulling. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Rekening houden met de verplaatsing van het militaire oefenterrein | <ul style="list-style-type: none"> • Zie paragraaf 6.5 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Voor de aanleg van nieuwe pijpleidingen is het van belang om Defensie te betrekken bij de planning voor het onderzoeken en eventueel ruimen van explosieven. | <ul style="list-style-type: none"> • Dit is aspect om mee te nemen bij een eventuele vervolprocedure. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Doorkruising actieve zandwinvakken en loswallen baggerspecie niet wenselijk. | <ul style="list-style-type: none"> • Zie paragraaf 6.5 |

7 Bevindingen

In dit afsluitende hoofdstuk staat een aantal bevindingen die naar voren zijn gekomen op grond van de voorgaande inventarisatie en effectanalyse.

7.1 Geen overlap

Op dit moment zijn naast Porthos zes initiatieven/initiatiefnemers bekend die kijken naar opslag en/of transport van CO₂. Dit zijn Aramis, CO2NNECT, Neptune, Petrogas, Wintershall en Carbon Connect Delta. Daarbij zijn de plannen van Aramis, CO2NNECT en Carbon Connect Delta al verder uitgewerkt c.q. openbaar dan de eventuele plannen van Neptune, Petrogas en Wintershall. De plannen voor aanleg van CO₂-infrastructuur van Aramis en CO2NNECT vullen elkaar aan, waardoor er op dit moment ruimtelijk gezien geen overlap is. Ook ten aanzien van ruimtelijke inpassing van Aramis ten opzichte van Porthos is geen overlap voorzien. Er is een kans dat met de plannen van de andere initiatiefnemers er mogelijke overlap gaat ontstaan in transportleidingen, maar ook dat deze elkaar aan vullen/op elkaar aansluiten.

7.2 Geen onoverkomelijke ruimtelijke-/milieuknelpunten

Op basis van de effectanalyse in hoofdstuk 6 worden er op voorhand geen onoverkomelijke ruimtelijke knelpunten verwacht. Belangrijke aandachtspunten zijn:

- De beperkt beschikbare ruimte voor kruising van de zeewering van de Maasvlakte;
- De impact op de kruising van de Maasgeul;
- De extra scheepvaartbewegingen in de haven van Rotterdam;
- Ruimtegebruik in samenhang met windenergiegebieden en netten op zee;
- De mogelijke stikstofdepositie op Natura-2000 door de extra scheepvaartbewegingen.

7.3 Opslagbehoefte

In opdracht van het Ministerie van EZK is door Royal Haskoning DHV (RHDHV) een verkenning uitgevoerd naar de nationale behoefte aan CO₂-opslag (zie paragraaf 3.3). Wanneer de cijfers van de verschillende in hoofdstuk 4 beschreven initiatieven worden vergeleken met de resultaten uit het rapport van RHDHV dan vallen de volgende zaken op:

- De transport- en opslagcapaciteit van Aramis en CO2NNECT (o.a. afkomstig van Carbon Connect Delta) voor de eerste fase sluiten aan bij de in kaart gebrachte opslagbehoefte.
- Een mogelijke doorgroei van Aramis (10 tot 20 Mton/jr na 2030) past binnen de hogere opslagbehoefte die RHDHV in kaart heeft gebracht (i.e. tot ruim 50 Mton/jr in 2035), overeenkomend met het 'Hoge ETS-prijs' scenario, het 'Stimulering CCS buitenland' scenario (beiden tot ruim 30 Mton in 2035), of de combinatie van beiden het 'Maximale afvang scenario' (ruim 50 Mton in 2035).
- De dimensionering van de transportleiding op zee zal uiteindelijk afhangen van de ETS-prijsontwikkelingen en het (politieke) besluit over al dan niet transporteren en opslaan van buitenlandse CO₂. Voor deze ruimtelijke verkenning is uitgegaan van een bandbreedte in dimensionering ten behoeve van een minimaal en maximaal transportscenario (5 tot 20 Mt/j). In een vervolprocedure zal de definitieve dimensionering moeten worden bepaald.

7.4 Afhankelijkheden

De verschillende initiatieven zoals beschreven in hoofdstuk 4 vertonen enkele onderlinge afhankelijkheden, zowel in tijd als in CO₂-transportvolumes. Uit de gevoerde gesprekken blijkt dat de initiatiefnemers zich hiervan bewust zijn. In de aanloop naar definitieve besluitvorming over de investeringen van de verschillende initiatieven zullen hier beslissingen over genomen worden. De afhankelijkheden zijn:

- CO2NNECT sluit aan op de Aramis-buisleiding voor transport naar de opslaglocaties.
- CO2NNECT en Aramis zijn voor de aanvoer van CO₂ afhankelijk van keuzes die in de verschillende industriële clusters (emitters) worden gemaakt. Het volgende is op grond van deze verkenning naar voren gekomen:
 - Vanuit de Schelde/Deltaregio (Carbon Connect Delta) wordt voorzien in de aanvoer van 3,5 Mton CO₂ per jaar per schip naar de terminal van CO2NNECT;
 - Met het stopzetten van Athos is onzeker of, hoe en wanneer CO₂ uit het Noordzeekanaalgebied en het havengebied van Amsterdam zal worden aangevoerd voor opslag.
 - Vanuit Rotterdam/Moerdijk is op dit moment nog onzeker hoeveel CO₂ additioneel aan Porthos wordt aangevoerd voor opslag. Dit wordt de komende 2 jaar duidelijk, onder andere door toekenning van SDE++-subsidies aan verschillende emitters.
 - Vanuit andere industriële clusters (bijvoorbeeld Chemelot en/of het buitenland) is onzeker of, hoe en wanneer CO₂ wordt aangevoerd. Ook dit wordt de komende 2 jaar duidelijk door de toekenning van SDE++-subsidies.

Bijlage 1 Overzicht effectanalyse tracés en locaties

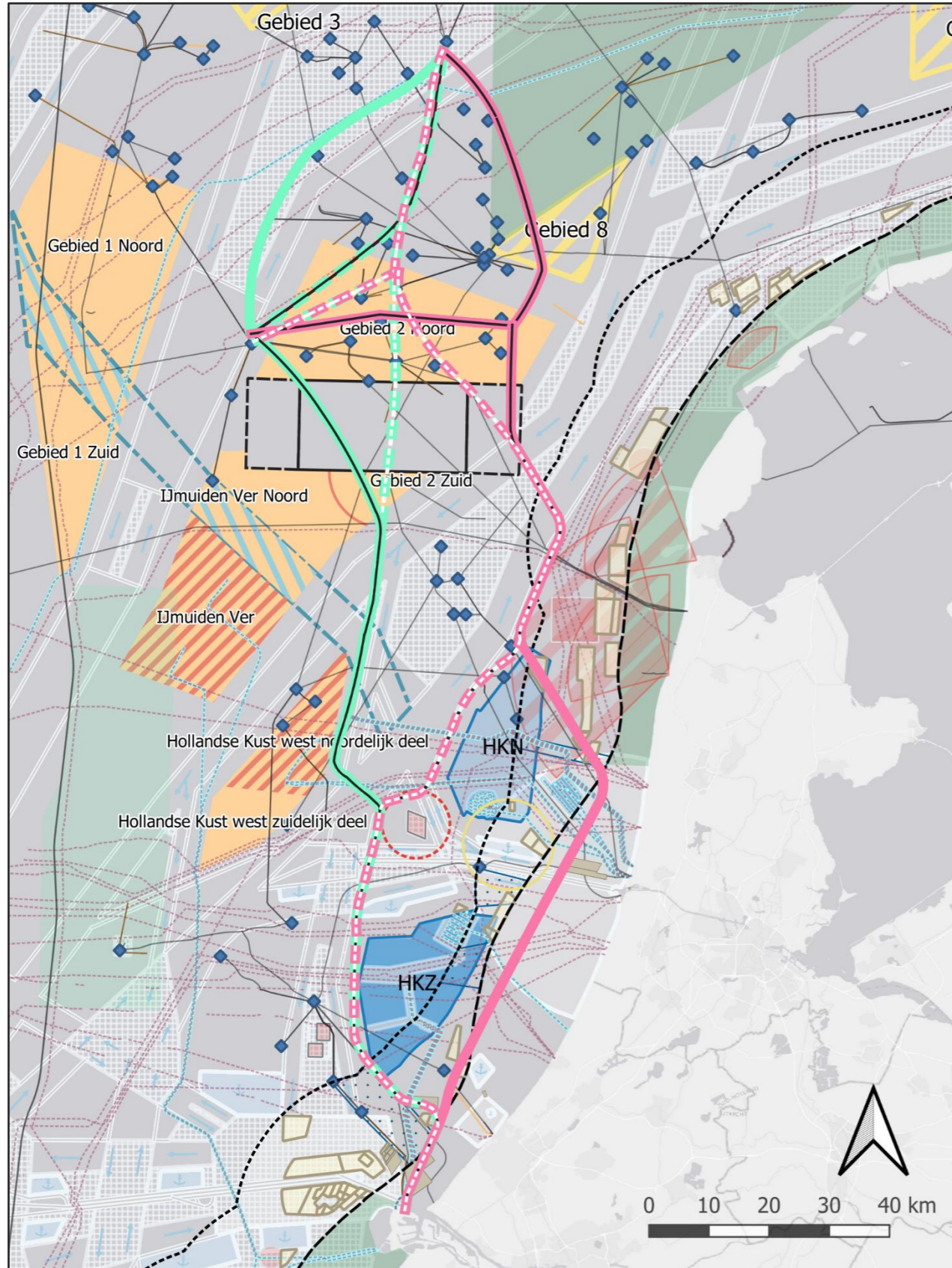
Effectanalyse leidingtracés op zee (6 hoofdtracés)

| | RR-W1 | RR-W2 | RR-W3 | RR-O1 | RR-O2 | RR-O3 |
|--|---|---|---|---|---|---|
| Lengte | 226 km | 226 km | 234 km | 257 km | 264 km | 250 km |
| Ruimtegebruik etc. | | | | | | |
| Wind op zee (Routekaart 2030) | - | - | - | Doorkruising Hollandse Kust Noord, op 2 km van vergunde kavel. | - | - |
| Wind op zee (Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee) | 7 km door Gebied 2 Noord en 8 km door Gebied 2 Zuid | 22 km door Gebied 2 Noord en 8 km door Gebied 2 Zuid | 41 km door Gebied 2 Noord en 7 km door Gebied 2 Zuid | 52 km door Gebied 2 Noord en 9 km door Gebied 8 | 52 km door Gebied 2 Noord en 9 km door Gebied 8 | 47 km door Gebied 2 Noord |
| Kabels/leidingen | 20/14 | 18/15 | 21/21 | 28/10 | 21/12 | 21/23 |
| Scheepvaartroutes | 7 | 7 | 7 | 5 | 7 | 8 |
| Anker-/aanloopgebieden | 1/1 | 1/1 | 1/1 | -/1 | 1/1 | 1/1 |
| Zandwingebieden doorkruising/ lengte doorkruising zone zandwinning/schelpwinning | 1/19 km/1 | 1/19 km/1 | 1/19 km/1 | 5/59 km/1 | 1/38 km/1 | 1/38 km/1 |
| Munitiestortgebied / militaire oefengebieden (m.u.v. vlieggebieden) | -/- | -/- | -/- | -/1 | 1(beschermingszone)/1 | 1(beschermingszone)/1 |
| Baggerstortgebieden | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | - |
| Natuur | | | | | | |
| Natura 2000-gebieden | - | - | - | 20 km doorkruising | 20 km doorkruising | - |
| Archeologie | | | | | | |
| Archeologisch waardevolle gebieden (doorkruising) | Hoge waarde (ca. 5 km); Middelhoge waarde (ca. 41 km) | Hoge waarde (ca. 5 km); Middelhoge waarde (ca. 41 km) | Hoge waarde (ca. 5 km); Middelhoge waarde (ca. 41 km) | Hoge waarde (ca. 5 km) | Hoge waarde (ca. 5 km); Middelhoge waarde (ca. 41 km) | Hoge waarde (ca. 5 km); Middelhoge waarde (ca. 41 km) |

Effectanalyse leidingtracés op zee (4 mogelijke uitbreidingen)

| | RR-U1 (K14-K5) | RR-U2 (K14-K15) | RR-U3 (K12-K5) | RR-U4 (K6/L4-K5) |
|---|----------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Lengte | 51 km | 24 km | 64 km | 50 km |
| Ruimtegebruik etc. | | | | |
| Wind op zee (Routekaart 2030) | - | - | - | - |
| Wind op zee (Aanvullend Ontwerp Programma Noordzee) | - | 9 km doorkruising Gebied 1 Noord | 13 km doorkruising Gebied 2 Noord | 7 km doorkruising Gebied 1 Noord en 19 km doorkruising Gebied 2 Noord |
| Scheepvaartroutes | 2 | - | 2 | 1 |
| Anker-/aanloopgebieden | -/- | -/- | -/- | -/- |
| Zand-/schelpwinning | -/- | -/- | -/- | -/- |
| Munitiestort-/ militaire oefengebieden (m.u.v. vlieggebieden) | -/- | -/- | -/- | -/- |
| Baggerstortgebieden | - | - | - | - |
| Natuur | | | | |
| Natura 2000-gebieden | - | - | - | - |
| Archeologie | | | | |
| Archeologisch waardevolle gebieden | Lage waarde | Lage waarde | Lage waarde | Lage waarde |

Visualisering belemmeringen tracés (6 hoofdtracés)



Legenda

- ◆ Productieplatforms
- Stort en loswal
- - - 12-nautische mijlsgrens
- - - NAP-20 dieptelijn
- Windparken**
- Windenergiegebieden
- Vergunde windparken
- Aangewezen windenergiegebied, windparken in voorbereiding (Routekaart 2030)
- Zoekgebied voor opgave 10 GW + 0,7 GW uiterlijk 2030
- Zoekgebied voor windenergie na 2030
- Kabels en leidingen**
- Pijpleidingen
- - - Telecomkabels
- - - Elektrakabels
- - - Bedieningskabels
- Voorkeurscorridor kabels/leidingen

Zandwingebieden

- Prioritair zandwingebied
- Zandwingebieden

Natuur

- Natura 2000
- Overige natuurgebieden

Militaire gebieden

- Munitiegebieden
- Oefengebieden
- Schietterrein
- Onderwater gevaar
- Defensie-oefengebied
- Manoeuvrerruimte

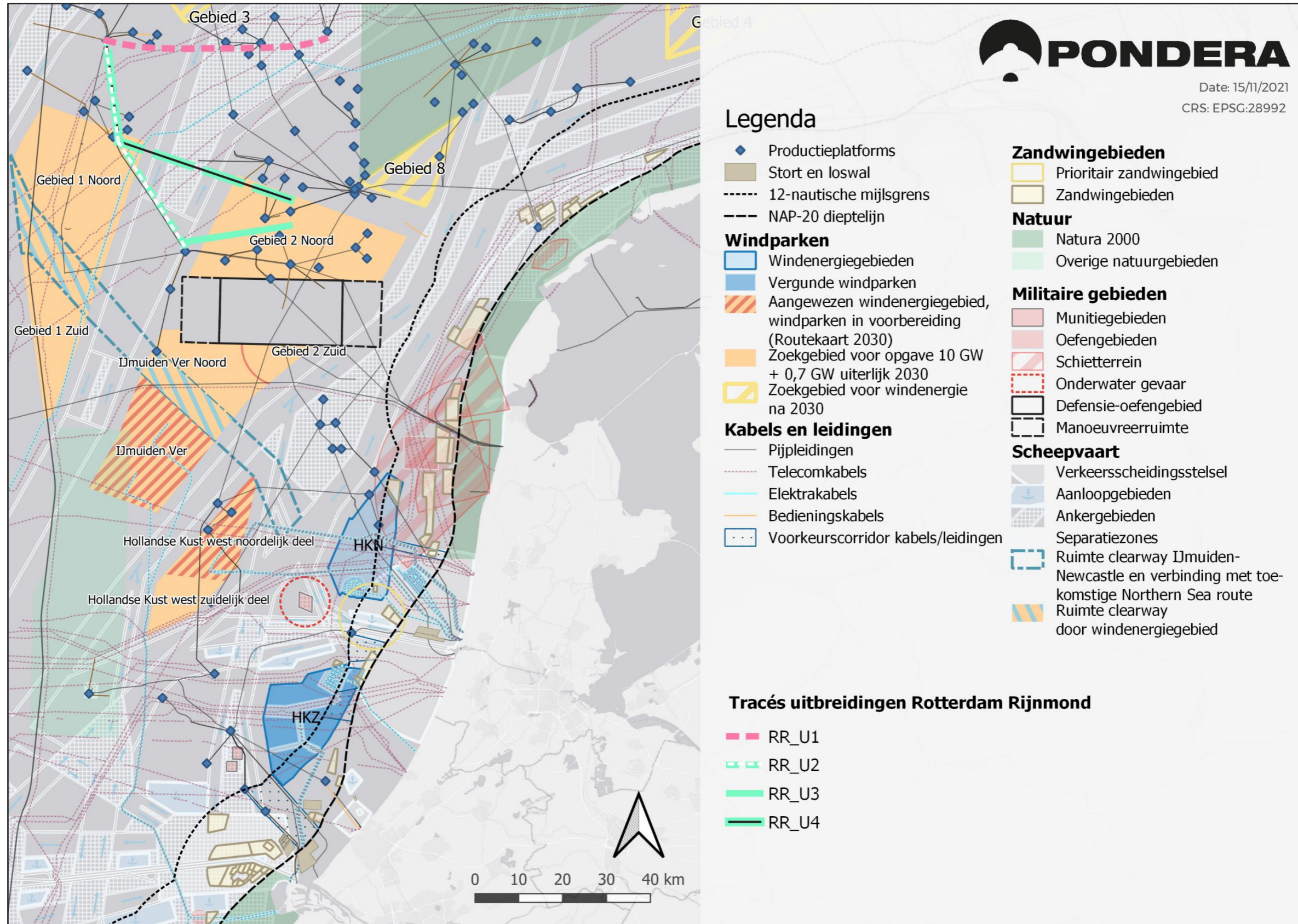
Scheepvaart

- Verkeersscheidingsstelsel
- Aanloopgebieden
- Ankergebieden
- Separatiezones
- Ruimte clearway IJmuiden-Newcastle en verbinding met toekomstige Northern Sea route
- Ruimte clearway door windenergiegebied

Tracés Rotterdam Rijnmond

- RR_O1
- RR_O2
- RR_O3
- RR_W1
- RR_W2
- RR_W3

Visualisering belemmeringen tracés (4 mogelijke uitbreidingen)



PONDERA
 Date: 15/11/2021
 CRS: EPSG:28992

Legenda

- ◆ Productieplatforms
- Stort en loswal
- - - - 12-nautische mijlsgrens
- - - - NAP-20 dieptelijn
- Windparken**
- Windenergiegebieden
- Vergunde windparken
- Aangewezen windenergiegebied, windparken in voorbereiding (Routekaart 2030)
- Zoekgebied voor opgave 10 GW + 0,7 GW uiterlijk 2030
- Zoekgebied voor windenergie na 2030
- Kabels en leidingen**
- Pijpleidingen
- - - - Telecomkabels
- Elektrakabels
- Bedieningskabels
- Voorkeurscorridor kabels/leidingen
- Zandwingebieden**
- Prioritair zandwingebied
- Zandwingebieden
- Natuur**
- Natura 2000
- Overige natuurgebieden
- Militaire gebieden**
- Munitiegebieden
- Oefengebieden
- Schietterrein
- Onderwater gevaar
- Defensie-oefengebied
- Manoeuvrerruimte
- Scheepvaart**
- Verkeersscheidingsstelsel
- Aanloopgebieden
- Ankergebieden
- Separatiezones
- Ruimte clearway IJmuiden-Newcastle en verbinding met toekomstige Northern Sea route
- Ruimte clearway door windenergiegebied

Tracés uitbreidingen Rotterdam Rijnmond

- RR_U1
- RR_U2
- RR_U3
- RR_U4

