

# RAPPORT

## Samenvattend Hoofdrapport MER Aramis


Aramis CO2 transportinfrastructuur

Klant: Aramis

Referentie: ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2028

Status: Definitief/01

Datum: 9 februari 2024

	<b>CCS-ARAMIS Project</b>	
	<b>Environment Impact Assessment – Baseline report</b>	
	Document No.	ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2028
	Document title	EIA Summary main report
	Revision	Final 4.0

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35  
3818 EX Amersfoort  
Industry & Buildings

+31 88 348 20 00 **T**  
+31 33 463 36 52 **F**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Samenvattend Hoofdrapport MER Aramis

Sub titel: Aramis CO2 transportinfrastructuur  
Referentie: ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2028  
Uw kenmerk  
Status: Definitief/01  
Datum: 9 februari 2024  
Projectnaam: ARAMIS  
Projectnummer: BH8744

Classificatie

Projectgerelateerd

### Disclaimer

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veeveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.*

*Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.*

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Kader – CCS als noodzakelijke klimaatmaatregel	1
1.2	Het Aramis initiatief – CO <sub>2</sub> transportinfrastructuur	2
1.3	Besluitvorming over het Aramis initiatief	4
1.4	Mer-procedure bij de besluitvorming	5
1.5	Opbouw van het MER	9
1.6	Leeswijzer samenvattend hoofdrapport	9
<b>2</b>	<b>Aanleiding en beleid: CCS als klimaatmaatregel</b>	<b>11</b>
2.1	Europees klimaat- en CCS-beleid	12
2.2	Nederlands klimaat- en CCS-beleid	13
2.3	Ervaringen met CCS in binnen- en buitenland	15
2.4	Potentie van CCS in Nederland en doelstelling Aramis	18
2.5	Beleidsontwikkelingen van belang voor Aramis	21
<b>3</b>	<b>Voorgenomen activiteit en alternatieven</b>	<b>26</b>
3.1	Afbakening van het MER voor het Aramis initiatief	26
3.2	Beschrijving afvang van CO <sub>2</sub>	32
3.3	Beschrijving onderdelen van het Aramis initiatief	33
3.4	Beschrijving opslag	44
3.5	Overzicht alternatieven en varianten	46
3.6	Toekomstige uitbreidingen	49
<b>4</b>	<b>Aanpak milieueffectonderzoek</b>	<b>50</b>
4.1	Overkoepelende aanpak	50
4.2	Beoordelingskader	52
4.3	Beoordelingsmethodiek	53
<b>5</b>	<b>Milieugevolgen Aramis initiatief</b>	<b>55</b>
5.1	Referentiesituatie	55
5.2	Effecten van de terminal	56
5.3	Effecten van het compressorstation	59
5.4	Effecten landdeel zeeleiding en kruising zeevering en Maasgeul	61
5.5	Effecten van de zeeleiding op en in de zeebodem	64
5.6	Effecten van het eindpunt	66
5.7	Effecten platforms, putten en verbindingsleidingen	68

5.8	Stikstofdepositie	70
5.9	Mitigerende maatregelen	72
5.10	Optimalisatiemogelijkheden in het kader van natuurversterkend bouwen	72
5.11	Cumulatie van effecten van het Aramis initiatief als geheel	73
5.12	Cumulatie van effecten met andere ontwikkelingen	74
5.13	Effecten van onvoorziene situaties	75
5.14	Verschillen alternatieven en varianten	76
<b>6</b>	<b>Beschouwing mogelijke effecten buiten scope Aramis initiatief</b>	<b>78</b>
6.1	Milieueffecten van afvang, compressie en transport van leveranciers	78
6.2	Bevindingen diepe ondergrond	81
6.3	Effecten eindsituatie – maximale benutting	86
<b>7</b>	<b>Doelbereik: energie- en CO<sub>2</sub> balans van de CCS-keten</b>	<b>91</b>
7.1	Energieverbruik	91
7.2	CO <sub>2</sub> -emissies	92
7.3	CO <sub>2</sub> balans	94
<b>8</b>	<b>Leemten in kennis en informatie</b>	<b>96</b>
8.1	Leveranciers	96
8.2	Technische onzekerheden	96
8.3	Ondergrond	97
8.4	Beleidsmatig	97
<b>9</b>	<b>Aanzet monitoring en evaluatie</b>	<b>98</b>
9.1	Monitoring milieueffecten	98
9.2	Aansturing systeem	98
9.3	Verschillende situaties van CO <sub>2</sub> -transport	100
9.4	Bemetering en monitoring	101
<b>10</b>	<b>Samenvatting belangrijkste bevindingen en vervolgpcedures</b>	<b>103</b>
10.1	Samenvatting belangrijkste bevindingen van het MER	103
10.2	Besluitvorming projectbesluit en vergunningen Aramis initiatief	104
10.3	Besluitvorming voor met Aramis samenhangende onderdelen	104
10.4	Participatie	105

**Woorden- en afkortingenlijst** **109**

**Bronnen** **113**

## **Bijlagen**

1. Overzicht benodigde vergunningen
2. Energie en CO<sub>2</sub>-balans

## 1 Inleiding

Voor u ligt het milieueffectrapport (MER) voor het Aramis initiatief. Het Aramis initiatief is gericht op de aanleg en het gebruik van een nieuwe CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur voor de afvang van CO<sub>2</sub> en de permante opslag van CO<sub>2</sub> in de diepe ondergrond onder de Noordzee. Het MER is opgesteld in het kader van de uit te voeren milieueffectrapportage-procedure (mer<sup>1</sup>) voor de besluitvorming over het Aramis initiatief. Het MER beschrijft de mogelijke milieueffecten van de CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur, als onderbouwing van het benodigde projectbesluit en de vergunningaanvragen.

### Terminologie

In het MER wordt gerefereerd aan het Aramis initiatief en aan de Aramis CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur. Beide termen duiden hetzelfde aan. Daarnaast wordt gesproken over de integrale Aramis CCS keten. Dat is het Aramis initiatief inclusief de afvang en de ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub>, zoals weergegeven in Figuur 1-1.

### 1.1 Kader – CCS als noodzakelijke klimaatmaatregel

Het klimaat verandert snel door de toename van broeikasgassen (zoals CO<sub>2</sub>) in de atmosfeer. Om de opwarming van de aarde zoveel mogelijk te beperken, hebben alle landen met elkaar afgesproken om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen. De verduurzaming van de industrie is één van de maatregelen om CO<sub>2</sub>-uitstoot in de atmosfeer te verminderen. Dit is een proces dat de komende decennia plaatsvindt. Gedurende dit proces wordt het aandeel van fossiele brandstoffen en grondstoffen in industriële productieprocessen geleidelijk afgebouwd.

Veel Nederlandse bedrijven hebben de doelstelling om vóór 2050 geen CO<sub>2</sub> meer uit te stoten. Maar het ontwikkelen en testen van nieuwe CO<sub>2</sub>-arme technieken en het ombouwen van installaties kost veel tijd. Zeker bij zware industrie zoals staal, chemicaliën, cement, raffinaderijen en afvalverwerkingsbedrijven. Ondertussen warmt de aarde verder op.

Door nu de CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de zware industrie af te vangen en het ondergronds op te slaan (Engels: Carbon Capture Storage, CCS) komt er direct minder CO<sub>2</sub> in de atmosfeer terecht. De industrie kan ondertussen doorwerken aan oplossingen waardoor er geen CO<sub>2</sub> meer vrijkomt bij een fabriek (CO<sub>2</sub>-arme technieken), maar waarvan de ontwikkeling meer tijd kost. Rapportages van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) en het Internationale Energieagentschap (IEA) laten zien dat CCS noodzakelijk is voor moeilijk te verduurzamen industrie om de klimaatdoelen te halen, totdat nieuwe oplossingen beschikbaar zijn. Daarom vinden de Europese Unie en de Nederlandse overheid CCS een noodzakelijke maatregel in de energietransitie en zetten in op het grootschalige gebruik van CCS. Met CCS kunnen de klimaatdoelen op tijd worden gehaald.

De opslag van afgevangen CO<sub>2</sub> is voorzien in leeg geproduceerde gasvelden<sup>2</sup> diep onder de Noordzee. Om bij de industrie afgevangen CO<sub>2</sub> naar deze opslaglocaties te brengen, wordt een nieuwe CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur ontwikkeld.

Hoofdstuk 2 van dit rapport gaat verder in op de nut en noodzaak van CCS.

<sup>1</sup> Mer-procedure: mer is de afkorting voor milieueffectrapportage. Een procedure waarin milieueffecten worden onderzocht, zodat deze in de besluitvorming over een voornemen kunnen worden meegewogen. MER staat voor de rapportage die hoort bij de mer-procedure.

<sup>2</sup> Leeg geproduceerde gasvelden zijn gasvelden waar het gas al uit is gewonnen. Men spreekt van leeg geproduceerde gasvelden, omdat er altijd nog een restant aardgas in het veld aanwezig blijft, maar dat is over het algemeen te weinig en met te lage druk om nog rendabel te produceren.

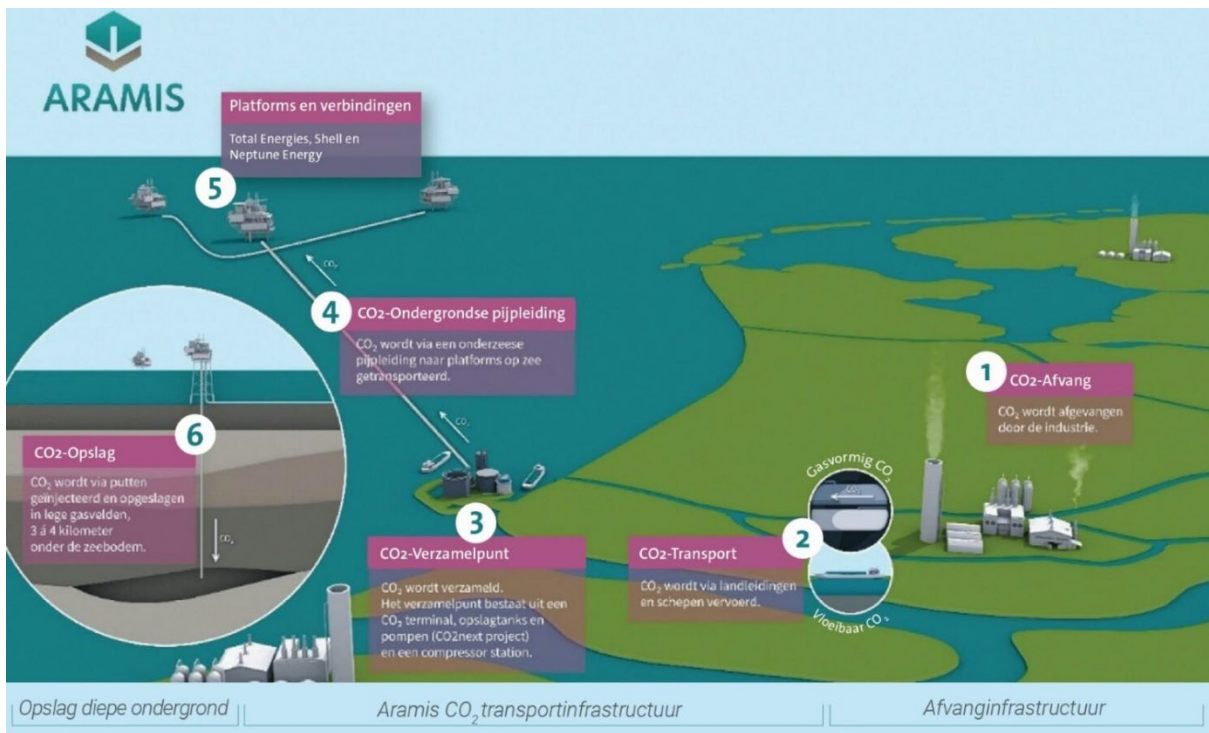
## 1.2 Het Aramis initiatief – CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur

### Integrale CCS-keten

Om de klimaatdoelen te halen, is er behoefte aan een grootschalige infrastructuur voor het transport van CO<sub>2</sub> waarmee meerdere opslaglocaties op de Noordzee worden ontsloten voor meerdere industriële emissiebronnen. Het Aramis initiatief speelt in op die behoefte. Het doel van het Aramis initiatief is om een nieuwe integrale CCS-keten mogelijk te maken.

De integrale CCS-keten bestaat uit de volgende samenhangende onderdelen (zie Figuur 1-1):

1. CO<sub>2</sub>-afvang bij industrie en geschikt maken voor transport.
2. CO<sub>2</sub>-transport naar een centraal verzamelpunt op de Maasvlakte per landleiding of per schip.
3. Een centraal verzamelpunt op de Maasvlakte. Daar wordt CO<sub>2</sub> aangeleverd dat is afgevangen bij de industrie. Het verzamelpunt bestaat uit een terminal en een compressorstation<sup>3</sup>. Het compressorstation ontvangt CO<sub>2</sub> dat wordt aangevoerd per landleiding en brengt het op druk voor het transport per zeeleiding. De terminal bestaat uit steigers, opslagtanks voor tijdelijke opslag van CO<sub>2</sub> aangevoerd per schip, en hogedrukpompen voor levering aan de zeeleiding.
4. Een leiding over de zeebodem die de CO<sub>2</sub> naar platforms op de Noordzee brengt.
5. Platforms op de Noordzee. Daar wordt de CO<sub>2</sub> in de diepe ondergrond opgeslagen in reservoirs waar oorspronkelijk aardgas heeft gezeten.
6. CO<sub>2</sub> opslag in de leeg geproduceerde gasvelden onder de Noordzee.



Figuur 1-1: Visualisatie van de componenten van de integrale CCS-keten.

<sup>3</sup> Het verzamelpunt omvat dus twee afzonderlijke activiteiten en inrichtingen: gasleiding naar compressorstation en vloeibaar CO<sub>2</sub> naar terminal.

**Het Aramis initiatief: de CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur als onderdeel van de integrale CCS-keten**

TotalEnergies, Shell, Energiebeheer Nederland en de Gasunie nemen samen met CO<sub>2</sub>next het initiatief om een infrastructuur aan te leggen voor het transport van CO<sub>2</sub> naar lege gasvelden onder de Noordzee. Daar wordt CO<sub>2</sub> permanent in de diepe ondergrond opgeslagen. Dit is het Aramis initiatief.

Niet alle componenten uit Figuur 1-1 vallen onder het Aramis initiatief. De CO<sub>2</sub> afvang en het transport tot het verzamelpunt (onderdeel 1 en 2 in Figuur 1-1) en de CO<sub>2</sub> opslag (onderdeel 6 in Figuur 1-1) vallen buiten het Aramis initiatief. Ze vormen wel samenhangende onderdelen met het Aramis initiatief en zijn daarom in het verlengde van het Aramis initiatief in dit MER op hoofdlijnen beschreven.

Het Aramis initiatief heeft betrekking op de infrastructuur voor het transport: het CO<sub>2</sub>-verzamelpunt (onderdeel 3 in Figuur 1-1), de afvoer via de zeeleiding naar de platforms op zee (onderdeel 4 in Figuur 1-1) en de platforms en verbindingleidingen (onderdeel 5 in Figuur 1-1). In de CCS-keten van afvang, transport en opslag richt het Aramis initiatief zich zodoende op het transportdeel en wordt daarom ook wel aangeduid als CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur.

**Doel en uitgangspunten van het Aramis initiatief**

Het doel van het Aramis initiatief is om een open CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur te ontwikkelen, die ruimte biedt aan partijen om CO<sub>2</sub> aan te leveren voor transport en aan partijen om CO<sub>2</sub> af te nemen voor opslag. De opzet van de CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur is zodanig ruim gekozen dat er voldoende ruimte is voor toekomstige uitbreiding met nieuwe partijen om CO<sub>2</sub> aan te leveren en CO<sub>2</sub> op te slaan.

**Dimensionering van de Aramis CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur**

Het is de verwachting dat de verschillende componenten in de CCS-keten geleidelijk kunnen toenemen in omvang en hoeveelheid. De Aramis CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur wordt flexibel ontwikkeld, zodat deze toekomstige uitbreidingen mogelijk zijn. Maar flexibele uitbreiding is niet mogelijk voor de zeeleiding. Deze wordt eenmalig aangelegd waarbij direct rekening wordt gehouden met een zo groot mogelijke afmeting dat toekomstige uitbreidingen en nieuwe aansluitingen gefaciliteerd kunnen worden. Binnen het Aramis initiatief wordt ervan uitgegaan dat met een diameter van 0,8 meter (32 inch) transport mogelijk is tot maximaal 22 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar. Dit is de bovengrens van de transportmogelijkheden van het Aramis initiatief.

**Startsituatie en eerste uitbreidingssituatie van het Aramis initiatief**

Op basis van de huidige vraag van CO<sub>2</sub> leveranciers naar CO<sub>2</sub> opslagcapaciteit wordt in de startsituatie rekening gehouden met een transport van circa 5 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar. Dit is medebepalend voor de benodigde capaciteit voor het verzamelpunt, rekening houdend met verschillende vormen van transport van de CO<sub>2</sub> afvanglocaties naar het verzamelpunt.

Het is de verwachting dat de vraag van CO<sub>2</sub> leveranciers naar transport van CO<sub>2</sub> snel groeit. Het is goed mogelijk dat direct na het opstarten of binnen enkele jaren al uitbreiding van de capaciteit nodig is. Dit wordt aangeduid als de eerste uitbreidingssituatie. Er wordt rekening gehouden met een groei van 5 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar naar maximaal 14 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar. Dat heeft uiteraard gevolgen voor het verzamelpunt en voor de opslaglocaties.

De aanleg voor de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie kan al gelijktijdig plaatsvinden. Hiervoor worden het projectbesluit en de vergunningaanvragen voorbereid. Het MER beschrijft en toetst de milieueffecten van de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie en gaat dus uit van een totale transportcapaciteit van 14 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar.



Hoofdstuk 3 van dit rapport gaat verder in op de voorgenomen activiteit, de alternatieven en varianten van de onderdelen van het Aramis initiatief en hoe de CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur in de toekomst kan worden uitgebreid.

### 1.3 Besluitvorming over het Aramis initiatief

Zoals in de vorige paragraaf is beschreven, bestaat het Aramis initiatief uit meerdere samenhangende onderdelen. Voor de realisatie en het gebruik hiervan zijn planologische wijzigingen en vergunningen nodig.

#### Coördinatieregeling

Voor de besluitvorming over het Aramis initiatief wordt de Coördinatieregeling toegepast (op grond van artikel 3:20, aanhef en onder b, van de Awb (nieuw)). Onder die regeling delegeren bevoegde gezagen de coördinatie van hun besluitvorming aan één autoriteit; in dit geval het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). Dat betekent dat dit ministerie de besluitvorming over alle relevante besluiten van de verschillende bevoegde gezagen gelijktijdig coördineert en aanspreekpunt is voor de initiatiefnemers en belanghebbende partijen.

#### Projectbesluit

De omgevingsplannen (voorheen bestemmingsplannen) Maasvlakte I en II moeten op enkele punten worden aangepast: de terminal en het landdeel van de nieuwe zeeleiding passen niet overal in de geldende bestemming<sup>4</sup>. Voor de ruimtelijke besluiten over de aanpassing van de omgevingsplannen wordt gebruik gemaakt van het projectbesluit. Op basis van de Invoeringswet Omgevingswet is een projectbesluit verplicht voor werken met een nationaal of provinciaal belang, in dit geval aanleg of uitbreiding van mijnbouwwerken en leidingen (art. 141a, lid 1 Mijnbouwwet).

#### Scope van het Projectbesluit

In het projectbesluit wordt niet het gehele tracé van de CO<sub>2</sub>-zeeleiding opgenomen:

- Het tracégedeelte van de zeeleiding op land komt grotendeels in de al bestaande en daarvoor bedoelde leidingstrook te liggen, zodat dit past binnen het vigerende omgevingsplan.
- Het projectbesluit voorziet wel in het tracé van de zeeleiding op land, daar waar het tracé (inclusief de wettelijke belemmeringstrook van 5 m aan weerszijden) buiten de leidingstrook komt te liggen.
- Het projectbesluit legt de locatie voor de terminal en het tracé voor de kruising van de CO<sub>2</sub>-zeeleiding met de zeekering en Maasgeul ruimtelijk vast.
- Het grootste deel van CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur op de Noordzee valt buiten gemeentelijk ingedeeld gebied en daarmee buiten de omgevingsplannen. Voorbij de 1,5 km uit de kust wijzigt het projectbesluit daarom geen planologische kaders. Het projectbesluit legt de ligging van het zeedeel van de zeeleiding, het eindpunt van de zeeleiding, de platforms en verbindingsleidingen wel ruimtelijk vast dit volgt uit het projectbesluit zelf, omdat – zoals gezegd – ruimtelijke kaders voorbij de 1,5 km niet aanwezig zijn.

#### Vergunningen

Voor het Aramis initiatief zijn vergunningen nodig op grond van de Omgevingswet en de Mijnbouwwet. Bijlage 1 geeft een overzicht van de benodigde vergunningen.

<sup>4</sup> Er is geen aanpassing van het omgevingsplan nodig voor de uitbreiding van het compressorstation, omdat het Rijksinpassingsplan voor Porthos ook passend is voor de uitbreiding van het Aramis initiatief. Het Rijksinpassingsplan maakt na inwerkingtreding van de Omgevingswet van rechtswege onderdeel uit van het omgevingsplan.

De coördinatie­regeling is niet automatisch van toepassing op alle benodigde vergunningen, maar bevoegd gezag kan vergunningen toevoegen aan de coördinatie­regeling. In Bijlage 1 is aangegeven welke vergunningen (voor zover van belang voor Aramis) worden ondergebracht als te coördineren besluiten in de eerste indieningsronde (mandje 1) of de tweede indieningsronde (mandje 2). Andere vergunningen worden naderhand aangevraagd. De CO<sub>2</sub>-opslagvergunningen worden niet mee gecoördineerd, omdat deze buiten de scope van het Aramis initiatief vallen en afzonderlijk door de opslagpartijen worden aangevraagd. De Minister van EZK is bevoegd om te beslissen op de aanvraag om een CO<sub>2</sub>-opslagvergunning.

## 1.4 Mer-procedure bij de besluitvorming

### 1.4.1 Noodzaak van een milieueffectrapport

Voor een aantal van de benodigde besluiten voor de realisatie en het gebruik van het Aramis initiatief is het verplicht om de milieueffectrapportageprocedure (mer) te doorlopen. Het doel van de mer is om het milieubelang goed mee te nemen in de besluitvorming over het Aramis initiatief. In het milieueffectrapport (MER) staan op een samenhangende, objectieve en systematische wijze de milieueffecten beschreven en beoordeeld. Het document wordt gebruikt door het openbaar bestuur, betrokken partijen en het publiek om goed geïnformeerd besluiten te kunnen nemen of te kunnen inspreken.

Een mer is voor het Aramis initiatief verplicht onder meer vanwege de oprichting en het gebruik van de platforms als onderdeel van een CO<sub>2</sub> opslaglocatie<sup>5</sup> en de daarmee samenhangende installaties en de aanleg van de zeeleiding. Verder is er een mer-beoordelingsplicht voor de op- en overslag van CO<sub>2</sub> in tanks bij de terminal. Ook moeten voor sommige onderdelen nieuwe planologische kaders worden vastgesteld. Voor het ruimtelijk mogelijk maken van buisleidingen voor CO<sub>2</sub> geldt een project-mer-plicht. Voor het vaststellen van een ruimtelijk kader voor te vergunnen mer-(beoordelings)plichtige activiteiten geldt een plan-mer-plicht.

Overigens ontstaat ook een plan-mer-plicht als een plan het kader stelt voor activiteiten waarvoor vanwege mogelijk significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden een passende beoordeling nodig is. Significant negatieve effecten kunnen bijvoorbeeld ontstaan als gevolg van een toename van stikstofdepositie op daarvoor gevoelige habitattypen. Voor het Aramis initiatief is een passende beoordeling opgesteld (Bijlage 5 van het deelrapport Milieueffecten - RHDHV, 2020. Natuurtoets Gebieden - Passende Beoordeling).

Er is voor het Aramis initiatief daarom sprake van een gecombineerde project- en plan-mer plicht en een mer-beoordelingsplicht (zie kader). Er is gekozen om een gecombineerd Plan-MER/Project-MER op te stellen voor het Aramis initiatief. Dat betekent dat voor alle onderdelen van het Aramis initiatief één uitgebreide mer-procedure wordt doorlopen waarmee aan alle mer-verplichtingen wordt voldaan. Het MER bestaat eigenlijk uit twee milieueffectrapporten in één: een plan-MER dat gaat over de ruimtelijke keuzen in het projectbesluit (het plan) en een project-MER dat gaat over de manier waarop het project wordt uitgevoerd (het project). Omdat het ruimtelijk kader onder de verantwoordelijkheid van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) valt, is zij mede-initiatiefnemer voor het plan-MER gedeelte van het MER. Aramis is dat voor het projectgedeelte.

<sup>5</sup> „Op­slaglocatie”: een omschreven volumegebied binnen een geologische formatie, dat gebruikt wordt voor de geologische opslag van CO<sub>2</sub> en bijbehorende bovengrondse voorzieningen en injectiefaciliteiten. Bron: Richtlijn 2009/31/EG van het Europees Parlement en de Raad, Publicatieblad van de Europese Unie, april 2009 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0031>)

#### Gecombineerd Plan-MER en Project-MER

Op grond van het Omgevingsbesluit is het Aramis initiatief plan- en project-mer-plichtig en mer-beoordelingsplichtig.

De project-mer (beoordelings)plicht geldt vanwege de volgende categorieën uit bijlage V van het Omgevingsbesluit:

- I2 (oprichting van een opslaglocatie)
- I3 (oprichting van een installatie voor de opslag van aardolie, petrochemische of chemische producten)
- J9 (aanleg van een buisleiding voor het transport van CO<sub>2</sub> ten behoeve van geologische opslag).

De plan-mer plicht hangt samen met de ruimtelijk kaders die moeten worden vastgesteld voor onderdelen van het Aramis initiatief. Deze onderdelen vallen onder de categorieën van bijlage V van het Omgevingsbesluit:

- J6 (aanleg van een buiten een haven gelegen pier voor lossen en laden)
- J9 (aanleg van een buisleiding voor het transport van CO<sub>2</sub> ten behoeve van geologische opslag).

Het Plan-MER heeft betrekking op de afweging van de ruimtelijke alternatieven die worden vastgelegd in het projectbesluit. Het gaat om de locatie van de terminal, de locatie van de kruising van de zeewering en Maasgeul, het tracé van de zeeleiding en het type eindpunt op zee. Het Project-MER gaat over de milieu-informatie van de onderdelen van het Aramis initiatief die nodig is voor de vergunningen. Het gecombineerde Plan-MER/Project-MER bevat daarmee de benodigde milieu-informatie om de ruimtelijke en technische keuzes te kunnen maken. Er is gekozen om in het hele MER het detailniveau van een project-MER toe te passen. Dat is meer detailniveau dan noodzakelijk is voor de alternatievenafweging in een Plan-MER. In het rapport is aangegeven als het een Plan-MER afweging betreft.

Het MER richt zich op de milieueffecten van het Aramis initiatief. De afvang van CO<sub>2</sub> bij de industrie en de opslag in de diepe ondergrond zijn geen onderdeel van Aramis. Maar het MER beschouwt wel de effecten van de hele CCS-keten en daarom zijn de effecten van afvang en opslag in het MER indicatief beschreven. Voor de CO<sub>2</sub>-afvang zijn de milieueffecten in de vorm van scenario's beschreven (conform het MER Porthos<sup>6</sup>). Voor de CO<sub>2</sub>-opslag volgt de beschrijving de AMESCO-aanpak<sup>7</sup>. Maar dit MER heeft geen betrekking op besluiten die genomen moeten worden voor afvang en de opslag in de diepe ondergrond. Daarvoor worden later besluitvormingsprocedures doorlopen.

### 1.4.2 Wat voorafging aan de publicatie van dit MER

In de periode vanaf januari 2022 tot de ter inzagelegging van het MER zijn de volgende stappen van de mer-procedure doorlopen:

#### 1. Kennisgeving voornemen en participatieplan

Vooruitlopend op de inwerkingtreding van de Omgevingswet, hebben initiatiefnemers en bevoegd gezag al voor 1 januari 2024 de procedures in de geest van de Omgevingswet doorlopen.

De initiatiefnemers van Aramis hebben bij het bevoegd gezag aangegeven dat ze een project willen starten waarvoor een mer-procedure doorlopen moet worden. Het bevoegd gezag heeft in een openbare kennisgeving bekend gemaakt dat voor het voornemen de besluitvorming wordt opgestart en wie welke mogelijkheden hebben om te participeren en/of in te spreken.

Van vrijdag 7 januari 2022 tot en met donderdag 17 februari 2022 lag het Voornemen en Voorstel participatie 'Aramis' ter inzage. Op woensdag 26 januari 2022 organiseerde het ministerie van Economische Zaken en Klimaat een digitale informatiebijeenkomst. Tijdens deze bijeenkomst vertelden de initiatiefnemers van Aramis en het ministerie meer over het voornemen, het participatieplan en de procedure.

<sup>6</sup> Milieueffectrapportage Porthos, Royal HaskoningDHV, september 2020.

<sup>7</sup> AMESCO Algemene Milieu Effecten Studie CO<sub>2</sub> Opslag, Golder Associates, Ecofys, CE Delft, TNO, Royal Haskoning, 1 juli 2007.

De periode van terinzagelegging en de informatiebijeenkomst hebben geleid tot 6 zienswijzen op de notitie Voornemen en Voorstel participatie. De notitie, de inspraakbundel en de Nota van Antwoord (8 juni 2022) zijn te vinden op de [website van Bureau Energieprojecten](#).

## 2. Notitie Reikwijdte en Detailniveau

De initiatiefnemers hebben in een conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD) aangegeven welke milieuonderzoeken ze willen uitvoeren en met welk detailniveau. Bevoegd gezag heeft met deze notitie adviezen en zienswijzen ingewonnen van adviseurs, betrokken instanties, de Commissie mer, belanghebbende partijen en het publiek.

De concept-NRD heeft van vrijdag 10 juni 2022 tot en met donderdag 21 juli 2022 ter inzage gelegen. Op dinsdag 21 juni 2022 werd een informatiebijeenkomst georganiseerd. Op deze avond was gelegenheid om vragen te stellen over het initiatief en de procedure. Er zijn in totaal 8 zienswijzen ingediend op de concept-NRD.

Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft de Commissie mer gevraagd een werkgroep te vormen voor het Aramis initiatief en te adviseren over de concept-NRD. Op 18 augustus 2022 heeft de Commissie mer advies uitgebracht over de concept-NRD en de zienswijzen meegenomen in haar advies.

De minister voor Klimaat en Energie heeft de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) voor Aramis vastgesteld op 18 november 2022. De definitieve NRD is te vinden op de [website van Bureau Energieprojecten](#). De definitieve NRD bevat, naast het besluit van de minister, de volgende onderdelen:

- Concept-NRD zoals ingediend door de initiatiefnemers van Aramis.
- Brief van Aramis / Neptune met een toelichting over de toevoeging van de Neptune opslaglocatie.
- Brief van Aramis met een toelichting van de te onderzoeken offshore tracés, inclusief kaarten.
- Zienswijzen ingediend naar aanleiding van de ter inzage leggingsperiode en informatiebijeenkomst.
- Reactie op zienswijzen (Nota van Antwoord).
- Advies van de Commissie mer.

## 3. Integrale effectanalyse

De initiatiefnemers hebben een integrale effectanalyse (IEA) opgesteld en op 22 december 2023 ingediend bij bevoegd gezag. In de IEA zijn de effecten van de ruimtelijke alternatieven van het Aramis initiatief in kaart gebracht ten aanzien van milieu, omgeving, techniek, kosten en toekomstvastheid. Voor de effectanalyse van milieu is gebruik gemaakt van de resultaten van het MER. Op basis van deze IEA en raadpleging van direct belanghebbenden heeft de minister van Klimaat en Energie het voorkeursalternatief (VKA) vastgesteld.

Het VKA gaat alleen over de ruimtelijke keuzes en is nodig omdat de vergunningaanvragen (zie volgende stap) pas gedaan kunnen worden nadat er een ruimtelijke keuze is gemaakt.

In het Voorbereidingsbesluit (VBB) wordt de toekomstige ontwikkeling van het VKA ruimtelijk gereserveerd. De in dit MER gepresenteerde “voorgenomen activiteit” komt overeen met het VKA en VBB.

Het VKA en het VBB worden gepubliceerd op de website van bureau Energieprojecten en het Voorbereidingsbesluit wordt in de Staatscourant gepubliceerd. Het VKA wordt vervolgens vastgelegd in het projectbesluit en voor het VKA worden de benodigde vergunningen aangevraagd.

In dit MER komt het VKA overeen met de voorgenomen activiteit.

#### 4. Opstellen en indienen projectbesluit, vergunningaanvragen en het MER

De initiatiefnemers hebben het MER en de vergunningaanvragen voor het voornemen opgesteld en ingediend bij het bevoegd gezag. Het bevoegd gezag stelt het ontwerp-projectbesluit en de ontwerpbesluiten over de vergunningaanvragen op.

##### 1.4.3 Participatieproces

Zowel de initiatiefnemers als bevoegd gezag hechten veel waarde aan het betrekken van belanghebbenden bij het project. Voor de verschillende fasen van het project heeft Aramis in afstemming met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat een participatieplan opgesteld waarin staat aangegeven hoe de belanghebbenden bij het project worden betrokken.

De Aramis initiatiefnemers hebben gedurende het opstellen van het MER meerdere informatiebijeenkomsten georganiseerd en gesprekken gevoerd met bedrijven, maatschappelijke organisaties, overheden en offshorebedrijven om met de directe en indirect betrokkenen af te stemmen over het Aramis initiatief. De ontvangen inbreng had onder meer betrekking op veiligheidsvoorzieningen, afstemming van overig ruimtegebruik bij de aanleg, het hergebruik van de al bestaande gastransportleiding door de Noordzee en aandacht voor mogelijkheden van hergebruik van CO<sub>2</sub>. Waar relevant zijn inzichten uit deze gesprekken ingepast in het ontwerp en de uitvoering van het Aramis initiatief en verwerkt in het effectonderzoek van het MER. In paragraaf 10.4 zijn de aandachtspunten uit het participatieproces verder uitgewerkt.

##### 1.4.4 Vervolgstappen in de procedure na publicatie van het MER

De actuele en volgende stappen van de besluitvormings- en mer-procedure zijn:

#### 5. Bekendmaking ontwerpbesluiten, raadpleging en zienswijzen

De bevoegde gezagen publiceren het ontwerp-projectbesluit, de ontwerpbesluiten over de vergunningaanvragen en het MER. Ze raadplegen de wettelijke adviseurs en betrokken instanties over de inhoud van het MER en de te nemen besluiten. Belanghebbende partijen en het publiek kunnen hun zienswijze indienen. De Commissie mer toetst na publicatie van de ontwerpbesluiten of het MER alle relevante milieu-informatie bevat voor de besluitvorming en nemen ook de zienswijzen mee in hun advies.

#### 6. Vaststellen en bekendmaken definitieve besluiten

De bevoegde gezagen stellen de besluiten definitief vast als de mer-procedure tot aan deze stap correct en volledig is doorlopen en de gegevens in het MER redelijkerwijs aan het uiteindelijke besluit ten grondslag kunnen worden gelegd. Bij het definitief vaststellen van de besluiten motiveren ze in een Nota van Antwoord hoe de adviezen en zienswijzen zijn betrokken. Vervolgens worden de besluiten bekend gemaakt.

#### 7. Mogelijkheid tot beroep

Iedereen heeft de mogelijkheid om tegen de besluiten in beroep te gaan bij de rechter.

#### 8. Monitoring en evaluatie

De initiatiefnemers monitoren de daadwerkelijk optredende gevolgen van het project volgens de monitoringsverplichtingen uit het projectbesluit en de vergunningvoorschriften en sturen zo nodig bij. Bevoegd gezag controleert de monitoring.

## 1.5 Opbouw van het MER

Figuur 1-2 geeft de rapportagestructuur van het MER Aramis. Het MER bestaat uit voorliggend samenvattend hoofdrapport, een publiekssamenvatting en deelrapporten. Dit zijn het Deelrapport Technische Beschrijving, het Deelrapport Milieueffecten met daarbij de onderliggende technische detailstudies en 3 Deelrapporten Opslag Diepe Ondergrond voor de opslagvelden van TotalEnergies, Shell en Neptune Energy.



Figuur 1-2: Overzicht rapportagestructuur MER Aramis (er zijn 3 deelrapporten diepe ondergrond)

## 1.6 Leeswijzer samenvattend hoofdrapport

De hoofdstukken 2 en 3 geven de introductie en het kader van dit rapport. Hoofdstuk 2 beschrijft de aanleiding voor het Aramis initiatief, toepassingen, ervaringen en potenties van CCS en het onderliggende beleid dat van belang is voor Aramis. Hoofdstuk 3 beschrijft de hoofdlijnen van de voorgenomen activiteit en de alternatieven en varianten. In het Deelrapport Technische Beschrijving is dit in meer detail uitgewerkt. In dit hoofdstuk zijn eerst de ruimtelijke keuzes beschreven die al zijn gemaakt bij de ontwikkeling van het Aramis initiatief. Daarna zijn de alternatieven en varianten voor locaties en technieken van onderdelen van het Aramis initiatief beschreven. Aan het eind van het hoofdstuk is beschreven hoe in de toekomst verdere uitbreiding van het Aramis initiatief mogelijk is.

In de daaropvolgende hoofdstukken 4, 5, 6, 7 zijn de mogelijke gevolgen van de CCS-keten beschreven. De aanpak van het milieuonderzoek is beschreven in Hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 geeft het resultaat van de milieueffectbeoordeling van de alternatieven en varianten van het Aramis initiatief. In het Deelrapport Milieueffecten zijn de milieueffecten en -beoordelingen in meer detail uitgewerkt. Hoofdstuk 6 geeft een beschouwing van de mogelijke effecten buiten de scope van het Aramis initiatief. Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke milieueffecten van de afvang en compressie bij leveranciers en het transport naar het CO<sub>2</sub> verzamelpunt, de bevindingen over CO<sub>2</sub> opslag in de diepe ondergrond en de mogelijke milieueffecten van toekomstige uitbreiding. Ook dit is in het Deelrapport Milieueffecten en in de Deelrapporten Diepe Ondergrond in meer detail uitgewerkt. Hoofdstuk 7 beschrijft het doelbereik van het Aramis initiatief in termen van energiegebruik en de CO<sub>2</sub> balans van de integrale CCS-keten.

Hoofdstuk 8 constateert welke leemten in kennis en informatie er nog zijn. Dit hoofdstuk beschrijft ook wat de invloed van meer kennis kan zijn op de in het MER gegeven effectbeoordeling. Vervolgens geeft Hoofdstuk 9 een aanzet voor de monitoring waarmee de werkelijk optredende gevolgen van het project gemeten kunnen worden. Met daarbij de eventuele bijsturing van effecten. Tenslotte geeft Hoofdstuk 10 een samenvatting van de belangrijkste bevindingen van het MER en beschrijft het vervolgproces over de besluitvorming voor het Aramis initiatief en de met Aramis samenhangende onderdelen en het participatieproces.

Achter in het rapport is een lijst met woorden en afkortingen en een bronnenlijst opgenomen. In Bijlage 1 is een overzicht van de benodigde vergunningen gegeven. In Bijlage 2 is de energie- en CO<sub>2</sub>-balans uitgewerkt.

## 2 Aanleiding en beleid: CCS als klimaatmaatregel

De verduurzaming van de Nederlandse industrie wordt de komende jaren gerealiseerd door besparing van energie, in combinatie met elektrificatie, toepassing van waterstof en gebruik van aardwarmte. Voor het halen van de ambitieuze CO<sub>2</sub>-reductiedoelstelling maakt CO<sub>2</sub>-opslag aanvullend een belangrijk onderdeel uit van de mix van maatregelen om de CO<sub>2</sub>-uitstoot in industriële sectoren terug te dringen. Hiermee kan Nederland een deel van de klimaatdoelen verwezenlijken en tegelijk economische activiteiten in de haven- en industriegebieden behouden en ontplooien. Deze verwachting is vastgelegd in de ambities en akkoorden van de Europese Unie en van de Nederlandse overheid.

De overgang van de huidige fossiele economie naar een duurzame economie, inclusief een andere grondstoffenbasis, neemt naar verwachting geruime tijd in beslag. Ondertussen warmt de atmosfeer verder op. Om de klimaatdoelstellingen te halen zijn maatregelen noodzakelijk die CO<sub>2</sub>-emissies op korte of middellange termijn beperken. Hiervoor wordt een breed scala aan maatregelen toegepast, die ieder op het eigen terrein een noodzakelijke bijdrage leveren. Rapportages van IPCC<sup>8,9</sup> en het Internationale Energieagentschap<sup>10,11</sup> laten zien dat CCS hierbij ook een belangrijke technologie is. Door CO<sub>2</sub> bij de industrie af te vangen en ondergronds op te slaan, wordt vanuit deze grootschalige puntbronnen de verdere, cumulatieve toename van broeikasgassen in de atmosfeer tegengegaan.

CCS wordt door het Rijk voor de middellange termijn als onmisbaar gezien in de energietransitie om de klimaatdoelstellingen te kunnen halen. Bovendien bestaan er momenteel geen CO<sub>2</sub>-reducerende technologieën voor een gedeelte van de industrie (zoals bij de afvalverwerking, chemische industrie, en cementindustrie), die de potentie hebben om hun CO<sub>2</sub>-emissies in voldoende mate te voorkomen. De industrie moet op termijn CO<sub>2</sub>-neutraal gaan produceren. Vooruitlopend daarop is CCS een belangrijk middel als tussenstap, dat op relatief korte termijn kan worden ingezet om de uitstoot van broeikasgassen in de atmosfeer tegen te gaan<sup>12</sup>.

In dit hoofdstuk is de nut en noodzaak van de ontwikkeling van het Aramis initiatief beschreven aan de hand van het relevante beleid en de bijbehorende besluiten. Aramis geeft invulling aan het Europese en Nederlandse klimaatbeleid, waaronder de afspraken uit het Klimaatakkoord van Parijs en de Europese Green Deal, de Nederlandse Klimaatwet, het Klimaatakkoord en het Coalitieakkoord van kabinet Rutte IV.

Dit hoofdstuk gaat ook in op de internationale ervaring met CCS en de kennis en ervaring uit eerdere Nederlandse initiatieven. Daarnaast is de potentie van CCS in Nederland beschreven aan de hand van de operationele en geplande projecten en onderzoeken naar het aanbod en het opslagpotentieel. Het hoofdstuk sluit af met een beschrijving van de belangrijkste beleidsontwikkelingen die van belang zijn voor het Aramis initiatief.

<sup>8</sup> Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is een intergouvernementele organisatie van de Verenigde Naties. Het IPCC zorgt ervoor dat beleidsmakers steeds over de meest relevante en actuele informatie uit het wetenschappelijke onderzoek rondom klimaatverandering kunnen beschikken.

<sup>9</sup> IPCC rapportage 2023, Climate change 2023, Synthesis report.

<sup>10</sup> Het International Energy Agency (IEA) onderzoekt energievraagstukken, waaronder olie en gas, hernieuwbare energietechnologieën, elektriciteitsmarkten, energie-efficiëntie, toegang tot energie, beheer en nog veel meer. Het IEA pleit voor betrouwbaar, betaalbaar en duurzaam energiebeleid in de 31 aangesloten landen, 11 associatie landen en daarbuiten.

<sup>11</sup> World Energy outlook 2022, International Energy Agency.

<sup>12</sup> Inventarisatie kosteneffectiviteit CCS alternatieven, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Royal HaskoningDHV, januari 2022



## 2.1 Europees klimaat- en CCS-beleid

Voor het Europese klimaatbeleid zijn het Klimaatakkoord van Parijs uit 2015 en de resultaten van de daaropvolgende klimaattoppen bepalend. De Europese Unie heeft haar doelstellingen daarop bijgesteld. In het verlengde hiervan heeft de Europese Unie beleid ontwikkeld ten aanzien van het toepassen van CCS.

### Europese klimaatdoelen 2030 en 2050

In 2015 heeft de Europese Unie mede namens Nederland het Klimaatakkoord van Parijs ondertekend. Doel van het akkoord is om de opwarming van de aarde te beperken tot 2°C en zo mogelijk tot 1,5°C. Om de doelen van het Klimaatakkoord van Parijs te halen zijn in Europa afspraken gemaakt. De lidstaten hebben met elkaar afgesproken dat de Europese Unie in 2030 minimaal 55% minder CO<sub>2</sub> moet uitstoten (ten opzichte van de uitstoot in 1990). In 2050 wil de Europese Unie klimaatneutraal zijn. Dat betekent dat er dan netto geen broeikasgassen meer worden uitgestoten.

Tijdens de klimaatop in Dubai in december 2023 hebben alle landen afgesproken geleidelijk af te stappen van het gebruik van fossiele brandstoffen, een uitstoot van 'netto nul' in 2050, en een wereldwijde verdrievoudiging van duurzame energie in 2030. Tijdens de top was er veel support voor CCS, dat blijkt onder andere uit de gezamenlijke verklaring die ook door Nederland is gesteund, om jaarlijks wereldwijd 1,2 gigaton CO<sub>2</sub> te gaan opslaan.

### Europees CCS-beleid

De Europese Commissie onderkent het belang van CCS bij het realiseren van de Europese reductiedoelstellingen. In de publicatie *A clean planet for all*<sup>13</sup> staat dat CCS één van de zeven maatregelen is en voor bepaalde industrieën de enige mogelijkheid voor CO<sub>2</sub>-reductie.

De Europese Green Deal<sup>14</sup> is de strategie waarmee de Europese Unie de klimaatdoelen voor 2030 en 2050 wil bereiken. Hierin neemt CC(U)S<sup>15</sup> een belangrijke positie in. In februari 2023 publiceerde de Europese Commissie het Green Deal Industrieel Plan<sup>16</sup> om de doelstellingen van klimaatneutraliteit verder te ondersteunen en de groeiende netto-nul industriële sector in Europa te versterken. Het plan is gericht op het opschalen van de Europese productiecapaciteit van groene technologieën. Het plan richt zich op vier belangrijke pijlers: een voorspelbare en vereenvoudigde regelgeving, snellere toegang tot financiering, het verbeteren van vaardigheden en open handel voor veerkrachtige toeleveringsketens.

Als onderdeel van de eerste pijler van het Green Deal Industrieel Plan heeft de Europese Commissie in maart 2023 de Net-Zero Industry Act<sup>17</sup> voorgesteld. Dit voorstel is gericht op het opschalen van technologieën die de decarbonisatie stimuleren, waaronder CCS. De wet stelt een injectiedoelstelling voor van 50 miljoen ton opgeslagen CO<sub>2</sub> per jaar binnen de Europese Unie tegen 2030. De Commissie verklaarde dat de verdere ontwikkeling van permanente geologische CO<sub>2</sub>-opslag de realisatie van afvangprojecten mogelijk maakt en riep de lidstaten op om de transparantie en de rapportering te verbeteren, in het bijzonder met betrekking tot geologische gegevens, om ervoor te zorgen dat de injectiedoelstelling wordt gehaald.

<sup>13</sup> *A clean planet for all. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*, European Commission, 2018.

<sup>14</sup> *The European Green Deal. Communication from the commission to the European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*, 11-12-2019.

<sup>15</sup> *CC(U)S staat voor het Engelse Carbon Capture (Utilisation) and Storage en betekent zowel het gebruik van CO<sub>2</sub> als de permanente opslag van CO<sub>2</sub>.*

<sup>16</sup> *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European economic and social committee, and the committee of the regions, A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age*. Brussel, 1.2.2023.

<sup>17</sup> *COM(2023) 161 - Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology products manufacturing ecosystem (Net Zero Industry Act)*, 16.3.2023.

In de Europese Richtlijn 2009/31/EC<sup>18</sup> zijn de voorwaarden en verantwoordelijkheden voor CO<sub>2</sub>-opslag vastgelegd. Ook is geregeld dat CO<sub>2</sub>-opslag kan worden meegenomen in het Europese systeem voor het verhandelen van emissierechten (ETS-systeem). Bedrijven die hun CO<sub>2</sub> permanent in de ondergrond opslaan, hoeven daarvoor geen emissierechten te hebben. Omdat er steeds minder emissierechten beschikbaar zijn en de prijs daarvan dus oploopt, wordt het voor bedrijven en energieproducenten lonend om te investeren in de afvang en opslag van CO<sub>2</sub>.

Het Aramis initiatief heeft vanuit de Europese Commissie de status van een Project of Common Interest (PCI) gekregen<sup>19</sup>. Dat betekent dat Aramis een noodzakelijke rol speelt in het behalen van de Europese klimaatdoelen. Dit komt onder andere door de mogelijkheden om in de toekomst ook CO<sub>2</sub> vanuit België, Duitsland en Frankrijk via het Aramis initiatief te verwerken. Wettelijk is dit nu nog niet toegestaan, maar Aramis biedt op termijn de mogelijkheid om CO<sub>2</sub> uit het buitenland te verwerken.

Samen met Denemarken, Duitsland, Frankrijk en Zweden heeft Nederland in 2023 de Verklaring van Aalborg<sup>20</sup> ondertekend. In deze verklaring wordt CO<sub>2</sub> afvang, gebruik en opslag (CCUS) aangemerkt als essentiële technologie die nodig is om de energietransitie te ondersteunen en tegen 2050 netto-nul-emissies te bereiken. De verklaring benadrukt dat de vijf Europese landen streven naar een integrale CCS- en CCU-markt in Europa. De ondertekenaars wijzen op het belang van samenwerking op het gebied van CCUS-projecten en de waarde van de bouw van efficiënte en kosteneffectieve grensoverschrijdende CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur.

## 2.2 Nederlands klimaat- en CCS-beleid

Het Nederlandse klimaatbeleid is in lijn met de Europese afspraken. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft in publicaties verschillende maatregelen vergeleken en de betaalbaarheid onderzocht. Het kabinet heeft in het verlengde hiervan in Kamerbrieven de strategie van het Rijk nader uitgewerkt om de afgesproken doelen te realiseren.

### Nationale doelen voor vermindering van broeikasgassen

De Nederlandse klimaatdoelen zijn vastgelegd in de nationale Klimaatwet. Behalve de klimaatdoelstellingen beschrijft de Klimaatwet ook het beleidskader rond de klimaatdoelstellingen. Er zijn drie beleidsinstrumenten opgenomen: het vijfjaarlijkse Klimaatplan, de tweejaarlijkse Voortgangsrapportage en de jaarlijkse Klimaatnota. In de Klimaatnota legt het kabinet verantwoording af over het klimaatbeleid en wordt de voortgang in het afgelopen jaar beschreven. Daarbij wordt gebruik gemaakt van voorlopige ramingen van het Planbureau voor de Leefomgeving over de voortgang van het klimaatbeleid.

In het Klimaatakkoord<sup>21</sup> zijn de overheid, bedrijven en organisaties in Nederland overeengekomen hoeveel de uitstoot van broeikasgassen wordt beperkt in tijd en op welke wijze. Vastgesteld is dat in 2030 de helft minder broeikasgassen uitgestoten moet gaan worden dan in 1990, en in 2050 ongeveer 95% minder. In het Klimaatakkoord is per sector (elektriciteit, mobiliteit, industrie, gebouwde omgeving, landbouw en landgebruik) en overkoepelend aangegeven hoe deze doelen worden bereikt. De industrie werkt toe naar een CO<sub>2</sub>-reductiedoelstelling van 14,3 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar in 2030.

<sup>18</sup> Directive 2009/31/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directive 85/337/EEC, European Parliament and Council Directives 2000/60/EC, 2001/80/EC, 2004/35/EC, 2006/12/EC, 2008/1/EC and Regulation (EC) No 1013/2006.

<sup>19</sup> Commission Delegated Regulation (EU) 2022/564 of 19 November 2021 amending Regulation (EU) No 347/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the Union list of projects of common interest.

<sup>20</sup> Aalborg Declaration on enabling cross-border carbon capture utilisation and storage (CCUS) in Europe. 27-11-2023.

<sup>21</sup> Klimaatakkoord, Klimaatberaad, juni 2019

### Nederlands CCS-beleid

Het Klimaatakkoord beschrijft de noodzaak van CCS als onderdeel van de decarbonisatie van de industrie. Rijk en industrie beschouwen CO<sub>2</sub>-opslag als een noodzakelijke maatregel om de CO<sub>2</sub>-toename in de atmosfeer tegen te gaan, voor die bedrijven waarvoor op de korte en middellange termijn geen kosteneffectief en technisch haalbaar alternatief is. Door CO<sub>2</sub> bij deze industrie af te vangen en ondergronds op te slaan, wordt de toename van broeikasgassen in de atmosfeer tegengegaan. De industrie kan zo werken aan fossielvrije alternatieven waarvan de implementatie meer tijd kost.

Het eerste Klimaatplan 2021-2030 meldt ten aanzien van de inzet van CCS:

*“Inzet van CCS en biomassa vormen onderdeel van een kosteneffectieve manier om de doelen te halen. De industrie kan de transitie vormgeven met maatregelen als procesefficiency, energiebesparing, CCS, elektrificatie, gebruik van blauwe en groene waterstof en de versnelling van de circulariteit. Blauwe waterstof (een combinatie van fossiel opgewekte elektriciteit en CCS), groene waterstof (op basis van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit) en circulaire economie zijn dan bij uitstek de thema’s waar Nederland zich internationaal op kan onderscheiden.”*

In het Coalitieakkoord van het kabinet Rutte IV<sup>22</sup> staat onder andere het volgende over het klimaatbeleid en CCS:

- Om uiterlijk in 2050 klimaatneutraal te zijn, onderschrijft het kabinet het doel voor 2030 tot tenminste 55% CO<sub>2</sub>-reductie. Om dit doel ook zeker te halen, richt het kabinet het beleid op 60% in 2030. Hiervoor heeft het kabinet op 26 april 2023 een aanvullend klimaatpakket gepresenteerd.
- Om de doelstellingen boven op het klimaatakkoord te realiseren vergroot het kabinet de ruimte voor carbon capture storage (CCS). De stimulering van CCS behoudt een subsidieplafond dat waar nodig wordt aangepast om de doelstellingen te halen.

Ook het Regeerakkoord van het kabinet Rutte III<sup>23</sup> ging in op het belang van CCS:

*De stimuleringsregeling voor duurzame energieproductie (SDE+) wordt verbreed om ook andere emissiereductietechnologieën te stimuleren, onder andere afvang en opslag van koolstofdioxide. Dit kan een grote bijdrage leveren aan het terugdringen van emissies in de industrie, de elektriciteitssector en afvalverbrandingsinstallaties.*

De ontwikkeling van Aramis en het publiek-private karakter ervan, sluit dan ook aan op kabinetsbeleid:

- De hierboven beschreven erkenning dat CCS een cruciale rol speelt bij het behalen van de klimaatdoelstellingen, en de uitvraag naar opslagbehoefte en ruimtelijke verkenning zoals door EZK zijn uitgevoerd.
- Het belang van een sterke industrie in Nederland, nu en in de toekomst.
- Een marktordening met privaat initiatief, maar waarbij staats- en beleidsdeelnemingen een actieve rol spelen.
- Publieke financiering voor CCS via de SDE++ en de al verleende beschikkingen in de SDE++ ronde van 2022.
- De erkenning van het belang van de tijdige realisatie van nieuwe infrastructuur voor de energietransitie met o.a. de Rijkscoördinatieregeling en het toekennen van de MIEK-status (Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat) vooraan het project.

<sup>22</sup> Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst, Coalitieakkoord 2021-2025, VVD, D66, CDA en ChristenUnie, December 2021

<sup>23</sup> Vertrouwen in de toekomst, Regeerakkoord 2017-2021, VVD, CDA, D66, ChristenUnie.

De onderbouwing en uitwerking van het kabinetsbeleid voor CCS en specifiek voor Aramis zijn beschreven in de volgende documenten en Kamerbrieven:

- Kamerbrief d.d. 17 februari 2020 over de SDE++ ronde 2020 waarin CCS als subsidiabele techniek is toegevoegd.
- Kamerbrief d.d. 5 juli 2021 over de rol van Staatsdeelnemingen in CCS.
- Kamerbrief d.d. 10 december 2021 over stand van zaken CCS, waarin wordt ingegaan op de door EZK uitgevoerde Ruimtelijke Verkenning en de start van de Rijkscoördinatieregeling voor Aramis wordt aangekondigd.
- Kamerbrief d.d. 1 november 2022 over de aanbieding Klimaatnota en KEV 2022. In de KEV wordt de potentie en significante bijdrage van CCS aan verduurzaming van de industrie beschreven.
- Kamerbrief d.d. 17 november 2022 met antwoorden op Kamervragen over de marktordening van CCS.
- Kamerbrief d.d. 2 december 2022 over de voortgang van het MIEK, waarin Aramis aan de MIEK-lijst is toegevoegd.
- Kamerbrief d.d. 24 maart 2023 over nationaal programma voor versnelde verduurzaming van de industrie.
- Persbericht RVO d.d. 4 mei 2023 over de uitkomst van de SDE++ ronde 2022 en de link met het project Aramis.
- Kamerbrief d.d. 3 oktober 2023 over de marktontwikkeling en marktordening van CCS.

## 2.3 Ervaringen met CCS in binnen- en buitenland

### 2.3.1 Internationale ervaring met CCS

De technieken van CO<sub>2</sub> afvang, transport en opslag in de diepe ondergrond, worden al jarenlang onderzocht. Het Global CCS Institute houdt de internationale ontwikkelingen op het gebied van CCS bij. Het Global CCS Institute meldt in november 2023 dat er wereldwijd 41 CCS-projecten operationeel zijn, met een opslagcapaciteit van 49 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar<sup>24</sup>. Verder worden er wereldwijd 26 projecten aangelegd en zijn er 325 projecten in ontwikkeling met een extra potentiële opslagcapaciteit van meer dan 300 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar.

De operationele CCS-projecten zijn voor het merendeel gekoppeld aan de olie- en gasproductie. Bij olie- en gaswinning (enhanced oil gas recovery) wordt dan CO<sub>2</sub> in het olie- of gasveld gebracht om het veld op druk te houden zodat de olie- of gasproductie langer door kan gaan. Deze toepassing komt internationaal veel voor. Een andere toepassing uit de olie- en gasindustrie is de CO<sub>2</sub>-arme aardgasproductie. Daarbij wordt CO<sub>2</sub> uit het geproduceerde gas gehaald en weer in de ondergrond terug gestopt. Van 2004-2017 vond het eerste Nederlandse CO<sub>2</sub>-injectie project plaats in het K12-B gasveld. Dit is ook het eerste project wereldwijd waar gewonnen CO<sub>2</sub> werd terug geïnjecteerd in een leeg geproduceerd gasveld. In totaal werd hier van 2004 tot 2017 ongeveer 0,12 miljoen ton CO<sub>2</sub> geïnjecteerd. Andere voorbeelden van CCS bij olie- en gasproductie zijn de opslag van CO<sub>2</sub> bij de gaswinning in Noorwegen in diepe aquifers onder de Noordzee: in het Sleipnerveld (sinds 1996) en Snøhvit (sinds 2008). De Noorse projecten slaan circa 1,7 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar op dat vrijkomt bij gasproductie. Uit seismische data is gebleken dat er gedurende de bijna 30 jaar dat er nu CO<sub>2</sub> wordt opgeslagen in het Sleipner veld geen lekkage heeft plaats gevonden.

<sup>24</sup> Global status of CCS 2023, Global CCS institute, 9-11-2023.

Van de CCS-projecten die in ontwikkeling zijn, gaat het onder andere ook om CCS om de fossiele elektriciteitsopwekking CO<sub>2</sub>-arm maken, door afvang van CO<sub>2</sub> uit de rookgassen van kolen- en gascentrales. Het Nederlandse ROAD-project was hier mede op gebaseerd; maar dit project is na de planfase niet gerealiseerd. De concentratie CO<sub>2</sub> in de rookgassen is relatief laag, waardoor deze toepassing leidt tot relatief veel energieverbruik en kosten. In Schotland is het Acorn Project in ontwikkeling en gaat naar verwachting in 2024 in gebruik. In het Acorn Project wordt 5 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar afgevangen van een gasterminal en opgeslagen in een leeg gasveld onder zee.

Andere CCS-projecten die in ontwikkeling zijn, gaan over de opslag van afgevangen CO<sub>2</sub> van productieprocessen die voorlopig nog niet CO<sub>2</sub>-arm gemaakt kunnen worden. Het Aramis initiatief valt onder deze categorie. Porthos wordt het eerste Nederlandse CCS-project dat afgevangen CO<sub>2</sub> gaat opslaan in een leeg gasveld. In het Porthos project wordt afgevangen CO<sub>2</sub> van verschillende industriële bedrijven in het Rotterdamse havengebied met een landleiding via een compressorstation op de Maasvlakte en vervolgens met een zeeleiding naar een leeg gasveld onder de Noordzee getransporteerd en daar permanent opgeslagen met een capaciteit van 2,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar. In Noorwegen is het Northern Lights project in ontwikkeling en gaat naar verwachting in 2024 in gebruik. In het Northern Lights project wordt afgevangen CO<sub>2</sub> van een cementfabriek en een afvalenergiecentrale in een aquifer onder zee opgeslagen met een capaciteit van 1,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar.

De laatste mogelijke toepassing van CCS is bij de ontwikkeling van blauwe waterstof, waarbij aardgas wordt omgezet in waterstof (H<sub>2</sub>) met als bijproduct CO<sub>2</sub>. De CO<sub>2</sub> wordt vervolgens in de ondergrond opgeslagen, zodat het geproduceerde H<sub>2</sub> als blauwe waterstof vrij van CO<sub>2</sub>-emissies is.

De meeste internationale CCS-projecten werken met de opslag van CO<sub>2</sub> in aquifers; aquifers zijn watervoerende lagen in de diepe ondergrond. Opslag in aquifers verschilt aanzienlijk van opslag in lege gasvelden, omdat lege gasvelden een veel lagere druk hebben dan aquifers. Bovendien hebben gasvelden al bewezen gasdicht te zijn over geologische tijdschalen. Door de putten geboord in gasvelden voor gasproductie is er doorgaans al veel meer bekend over gasvelden dan over aquifers. In beide gevallen is een goede karakterisering van het opslagreservoir en van het afsluitende gesteente noodzakelijk.

Ervaringen uit in werking zijnde CCS-projecten kunnen nuttige inzichten geven voor toekomstige projecten. Data met betrekking tot de werking van CO<sub>2</sub>-injectieputten en hun integriteit kunnen bijvoorbeeld bijdragen aan het putontwerp. Geologische data over thermische scheurvorming en de reactivatie van breuken kunnen leiden tot een verfijnde injectiestrategie. Maar het delen van ervaringen is mondiaal nog geen gemeengoed. Dit maakt dat de lessen die geleerd zijn uit andere CCS-projecten beperkt zijn. Ervaringen van uit het Quest project in Canada en de Nederlandse pilot met K12-B zijn via de initiatiefnemers verwerkt in het ontwerp van Aramis. Door de schrijvers van het MER wordt geadviseerd dat Aramis zich inzet om wereldwijd het delen van leerervaringen op het gebied van CCS te stimuleren.

### 2.3.2 Kennis en ervaring uit eerdere Nederlandse initiatieven

#### Nederlands onderzoek naar CCS

CATO<sup>25,26</sup> is het meerjarig onderzoeksprogramma van Nederlandse kennisinstellingen en bedrijfsleven naar CCS. Dit programma heeft de afgelopen jaren veel onderzoek gedaan naar de opslag van CO<sub>2</sub> in lege gasvelden. CATO onderhoudt contact met internationale CCS-programma's. Sinds 2020 wordt ook nauw samengewerkt met het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) Energie & Industrie waar CC(U)S is ondergebracht.

#### Ervaring met te doorlopen procedures voor CCS

Zoals in de vorige paragraaf is beschreven, zijn het Porthos project en het Aramis initiatief wereldwijd de eerste projecten die grootschalig CO<sub>2</sub> gaan opslaan in leeg geproduceerde gasvelden. Voorbereidingen voor zulke initiatieven zijn in Nederland eerder ondernomen, bij het CO<sub>2</sub>-opslagproject Barendrecht (2008) en bij het CCS-project ROAD (2011). Deze projecten zijn weliswaar niet gerealiseerd, maar hebben wel succesvol het mer- en vergunningstrajecten doorlopen. Ook voor het Porthos project is het mer- en vergunningen-traject succesvol doorlopen. De ervaringen uit de mer- en vergunningen trajecten Barendrecht, ROAD en Porthos zijn meegenomen in het MER voor het Aramis initiatief.

#### Ervaring met beschrijving van effecten van ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub>

De ondergrondse opslag heeft betrekking op activiteiten in de diepe ondergrond, op meer dan 500 meter diepte. Op deze diepte is geen sprake van milieueffecten, aangezien het buiten de biosfeer valt<sup>27</sup>. Een milieutoetsing volgens de standaard mer-methodiek is zodoende niet mogelijk. De diepe opslag van CO<sub>2</sub> leidt in de ondergrond echter wel tot veranderingen en kan indirect gevolgen hebben voor de biosfeer. Het ligt voor de hand om deze gevolgen voor de diepe ondergrond te integreren in een MER, zodat een compleet beeld ontstaat van alle effecten en gevolgen van een CCS-project.

Voorafgaand aan de eerste CCS-projecten in Nederland is een structuur ontwikkeld waarmee de gevolgen van CO<sub>2</sub>-opslag in de diepe ondergrond beschreven en getoetst kunnen worden. De hierin ontwikkelde methodiek is vastgelegd in een generiek MER, aangeduid als AMESCO<sup>28</sup>. De AMESCO-methodiek brengt de veranderingen in de diepe ondergrond en de mogelijke risico's voor de biosfeer in beeld, mede gericht op het uitwerken van scenario's waarbij CO<sub>2</sub> onverhoopt uit het opslagreservoir kan lekken. Het resultaat is getoetst door de Commissie mer en als goed bruikbaar beoordeeld.

De AMESCO-werkwijze is eerder toegepast bij het opstellen van de MER-ren voor Barendrecht, ROAD en Porthos. In alle gevallen is de Commissie mer tot de conclusie gekomen dat het MER een helder en compleet overzicht geeft van de keuzes en mogelijke gevolgen van het project. Verdere suggesties voor aanscherping door de Commissie mer zijn in dit MER toegepast.

#### Benutting MER en onderliggende detailstudies uit het Porthos-project

Naast het gebruik van dezelfde methodiek in het MER zijn onderzoeken uit het Porthos-project relevant voor het MER voor het Aramis initiatief. Het landdeel van de nieuw aan te leggen zeeleiding in de leidingstrook en de kruising onder de zeevering en de Maasgeul door zijn grotendeels hetzelfde als bij het Porthos-project en de effecten van het compressorstation zijn in het kader van Porthos al uitgebreid onderzocht.

<sup>25</sup>CATO is een afkorting van CO<sub>2</sub> Afvang, Transport en Opslag.

<sup>26</sup>CATO2 (2011): Feasibility study P18 (final report). Vandeweyer et al. (CATO2-WP3.01-D06), 2011

<sup>27</sup> De biosfeer is dat deel van de aarde dat wordt bewoond door (levende) organismen, en bestaat uit het bovenste deel van de aardkorst, het aardoppervlak met het oppervlaktewater en het laagste deel van de atmosfeer. Milieueffecten treden op in de biosfeer.

<sup>28</sup> AMESCO Algemene Milieu Effecten Studie CO<sub>2</sub> Opslag, Golder Associates, Ecofys, CE Delft, TNO, Royal Haskoning, 1 juli 2007. In de AMESCO Stuurgroep zaten vertegenwoordigers van NAM, SEQ, NOGEPa, Essent, Electrabel, Eneco, Provincie Groningen, Friesland, Drenthe, Zuid-Holland, Ministerie VROM, Staatstoezicht op de Mijnen.

De beschikbare informatie uit voorgaande projecten is in de vorm van onderliggende studies zoveel mogelijk meegenomen bij de onderzoeken voor het Aramis initiatief. Het MER voor Aramis is echter geheel nieuw opgesteld.

### Praktische ervaring met CO<sub>2</sub>-opslag

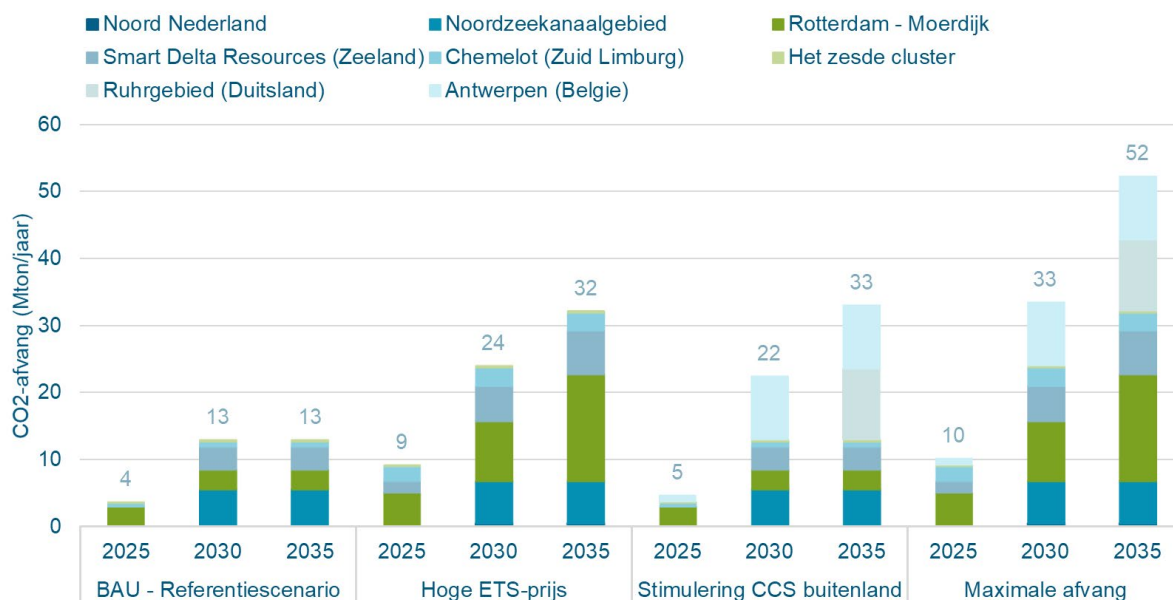
Vanaf 2004 vond het eerste Nederlandse CO<sub>2</sub>-injectie project plaats in het K12-B gasveld. Het aardgas dat uit dit veld werd geproduceerd, bevatte 13% CO<sub>2</sub> en was daarmee niet geschikt voor transport naar land. In eerste instantie werd de CO<sub>2</sub> hier afgeblazen naar de atmosfeer, in dit project werd de CO<sub>2</sub> afgevangen en terug het gasveld ingeleid door middel van een compressorsysteem. In totaal werd hier van 2004 tot 2017 ongeveer 0,12 miljoen ton CO<sub>2</sub> geïnjecteerd onder beheer van het toenmalige Gaz de France (later GDF SUEZ en ENGIE en tegenwoordig Neptune Energy).

## 2.4 Potentie van CCS in Nederland en doelstelling Aramis

### 2.4.1 Potentieel aanbod van afgevangen CO<sub>2</sub>

Nederland is heel geschikt voor CCS. Dat komt, onder andere, doordat de industriegebieden in Nederland, België, Frankrijk en Duitsland dicht bij elkaar liggen met goede toegang tot waterwegen en leidingen. Vanwege deze geografische ligging van de industriegebieden kan afgevangen CO<sub>2</sub> eenvoudig worden verzameld en getransporteerd naar een centraal verzamelpunt.

Uit onderzoek naar de nationale behoefte aan CO<sub>2</sub>-opslag<sup>29</sup> blijkt dat de Nederlandse industrie meer behoefte heeft aan CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit dan waarin het Porthos-project kan voorzien. Figuur 2-1 geeft de resultaten van het onderzoek.



Figuur 2-1: Aanbod CO<sub>2</sub> voor scenario's in de jaren 2025, 2030 en 2035. BAU staat voor 'Business As Usual': bestaand beleid, gematigde CO<sub>2</sub>-prijs volgens de CO<sub>2</sub>-heffing industrie, het zesde cluster is alle industrie buiten de andere vijf clusters (Bron: Nationale CO<sub>2</sub>-opslagbehoefte tot 2035, Royal HaskoningDHV, september 2021).

<sup>29</sup> Nationale CO<sub>2</sub>-opslagbehoefte tot 2035, Royal HaskoningDHV, september 2021

In het onderzoek is in een viertal scenario's de te verwachten CO<sub>2</sub>-afvang in kaart gebracht in de jaren 2025, 2030 en 2035 voor de zes Nederlandse industriële clusters uit het Klimaatakkoord, het Ruhrgebied en regio Antwerpen. De scenario's laten zien dat er vanaf 2025 significante hoeveelheden CO<sub>2</sub> worden afgevangen, oplopend tot een bandbreedte van ruim 10 tot 50 miljoen ton per jaar in de jaren daarna.

#### 2.4.2 CO<sub>2</sub> opslagpotentieel

Ook qua opslagpotentieel is Nederland geschikt voor de toepassing van CCS. Onder de Nederlandse Noordzee liggen veel gasvelden, waarvan een groot deel binnen afzienbare tijd door de aardgasproductie leeg raakt. Veel van deze gasvelden zijn geschikt voor CO<sub>2</sub>-opslag.

De opslagcapaciteit in lege gas- en olievelden is onderzocht in meerdere studies<sup>30,31,32</sup>. De potentiële opslagcapaciteit in lege gas- en olievelden op zee is door EBN en Gasunie geraamd op 1,7 gigaton CO<sub>2</sub><sup>12</sup>. Als deze capaciteit volledig benut zou kunnen worden, biedt dit ruimte voor een jaarlijkse opslag van 34 miljoen ton CO<sub>2</sub> gedurende een periode van 30 jaar. Dit moet worden gezien als maximale hoeveelheid, want bij nadere onderzoeken naar de opslagvelden kan blijken dat niet alle ruimte daadwerkelijk geschikt is voor CO<sub>2</sub>-opslag.

In Nederland is veel ervaring met het gebruik van de ondergrond in de vorm van het opslaan van aardgas en productiewater in gasvelden. Er bestaat wet- en regelgeving rond het opslaan van CO<sub>2</sub> in de ondergrond en CCS wordt onder bepaalde voorwaarden beleidsmatig ondersteund. Het kabinetsbeleid houdt in dat er geen plannen worden opgesteld om CO<sub>2</sub> onder land op te slaan. Dit besluit is genomen in de nasleep van de discussie rond CO<sub>2</sub> opslag bij Barendrecht en is voortgezet onder de voorgaande kabinetten. De voornaamste reden is de maatschappelijke onrust die is ontstaan bij opslag onder land.

#### 2.4.3 Operationele en geplande CCS/CCU-projecten

##### CO<sub>2</sub> opslag (CCS)

Er zijn momenteel geen operationele CCS-projecten in Nederland. Porthos wordt het eerste Nederlandse CCS-project dat afgevangen CO<sub>2</sub> gaat opslaan in een leeg geproduceerd gasveld. In het Porthos project wordt CO<sub>2</sub> vanuit de Rotterdamse industrie in een leeg gasveld onder de Noordzee opgeslagen. De 2,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> die per jaar wordt afgevangen en opgeslagen levert een Nederlandse uitstootreductie van 1,5% op. Tegen de tijd dat het Porthos project wordt beëindigd, is er zo'n 37 miljoen ton CO<sub>2</sub> afgevangen en opgeslagen.

##### CO<sub>2</sub> hergebruik (CCU)

In de tuinbouw wordt CO<sub>2</sub> hergebruikt. Het is ook interessant om CO<sub>2</sub> om te zetten naar nieuwe grondstoffen. De toepassing voor de industrie is zeer beperkt. Dit komt omdat er maar weinig CO<sub>2</sub> nodig is voor de tuinbouw van wat er bij de industrie geproduceerd wordt. Bovendien zit het ETS-systeem zo in elkaar dat de industrie voor CO<sub>2</sub> hergebruik alsnog emissierechten moet betalen, omdat de CO<sub>2</sub> niet uit de atmosfeer wordt gehaald. Na het hergebruik komt de CO<sub>2</sub> voor een belangrijk deel weer in de atmosfeer terecht. Daarom wordt CO<sub>2</sub> voor hergebruik alleen geleverd door bedrijven die niet ETS-plichtig zijn, zoals afvalverwerkers in Rijnmond, Amsterdam en Twente.

<sup>30</sup> *Transport en opslag van CO<sub>2</sub> in Nederland, EBN en Gasunie, juli 2018*

<sup>31</sup> *Routekaart CCS, CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag, een ongemakkelijk maar onmisbaar onderdeel van de energietransitie, door CE Delft en De Gemeeynt, maart 2018.*

<sup>32</sup> *Ruimtelijke Verkenning van CO<sub>2</sub>-transport en -opslag, door Ministerie van Economische Zaken, juni 2021*



#### 2.4.4 Doelstelling Aramis

Het doel van het Aramis initiatief is om een open CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur te ontwikkelen, die ruimte biedt aan partijen om CO<sub>2</sub> aan te leveren voor transport en aan partijen om CO<sub>2</sub> af te nemen voor opslag. Het MER beschrijft en toetst de milieueffecten van de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie en gaat dus uit van een totale transportcapaciteit van 14 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar.

De opzet van de CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur is zodanig ruim gekozen dat er voldoende ruimte is voor toekomstige uitbreiding met nieuwe partijen om CO<sub>2</sub> aan te leveren en CO<sub>2</sub> op te slaan tot maximaal 22 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar. Dit is de bovengrens van de transportmogelijkheden van het Aramis initiatief.

De duur van de gebruiksfase van het Aramis initiatief is vooralsnog niet bekend, en hangt onder andere af van het tempo richting een fossielvrije economie. Uitgangspunt voor het MER is een gebruiksduur van 20-40 jaar. Het gebruik van de opslag is wel permanent.

#### 2.4.5 Vergelijking CO<sub>2</sub> aanbod en opslagpotentieel

Tussen 2025 en 2030, de periode waarin het Aramis initiatief wordt gerealiseerd, neemt de maximale CO<sub>2</sub>-afvang naar verwachting toe naar maximaal 33 miljoen ton per jaar (zie Figuur 2-1). De jaarlijkse potentiële opslagcapaciteit is maximaal 34 miljoen ton.

Met een aanbod van 33 miljoen ton en een opslagcapaciteit van maximaal 34 miljoen ton per jaar is er meer dan voldoende marktpotentieel voor Aramis. Omdat de maximale capaciteit van de Aramis zeeleiding 22 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar is, is er naast de CCS-keten die door Aramis mogelijk wordt gemaakt, nog voldoende ruimte voor andere initiatieven. Bijvoorbeeld de nuttige toepassing van CO<sub>2</sub> in de tuinbouw of de omzetting naar grondstoffen.

Het verwachte aanbod van CO<sub>2</sub> in de periode 2025-2030 en in de jaren erna is hoger dan de maximale opslagcapaciteit. Daarom ligt het in de lijn der verwachting dat er, ook met CCS, voor de industrie een stimulans blijft om te werken aan fossielvrije alternatieven. CCS is een maatregel voor de korte en middellange termijn om de CO<sub>2</sub>-toename in de atmosfeer tegen te gaan. Door CO<sub>2</sub> af te vangen en ondergronds op te slaan bij bedrijven waarvoor nog geen kosteneffectief en technisch haalbaar alternatief is, wordt de toename van broeikasgassen in de atmosfeer tegengegaan. Op de langere termijn is het de bedoeling dat de industriële processen fossielvrij zijn. De industrie kan ondertussen doorwerken aan fossielvrije alternatieven waarvan de implementatie meer tijd kost. Zo staat het Aramis initiatief de energietransitie niet in de weg.

#### 2.4.6 Ruimtelijke inpassing

Volgend op Porthos, hebben zich in 2020 en 2021 meerdere initiatieven aangediend die in het transport en de opslag van CO<sub>2</sub> een rol willen spelen. Om inzicht te krijgen in de ruimtelijke inpasbaarheid van de verschillende initiatieven, heeft het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat een ruimtelijke verkenning<sup>33</sup> uitgevoerd. In deze ruimtelijke verkenning is, naast de plannen van de initiatiefnemers, inbreng opgehaald bij medeoverheden en andere maatschappelijke organisaties over het huidige ruimtegebruik en toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen op land en op de Noordzee.

Uit de ruimtelijke verkenning blijkt dat geplande initiatieven op elkaar aansluiten en dat er op het gebied van milieu of ruimtelijke inpassing vooralsnog geen onoverkomelijke knelpunten zijn voorzien voor de aanleg van de CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur. Een belangrijk aandachtspunt is dat de realisatie van

<sup>33</sup> Ruimtelijke verkenning CO<sub>2</sub> transport en opslag, situatie medio 2021. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, november 2021.

onderdelen in de keten onderling van elkaar afhankelijk zijn: afvang, transport én opslag moeten allemaal tijdig gereed zijn.

## 2.5 Beleidsontwikkelingen van belang voor Aramis

### 2.5.1 Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat

Het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK) is een Rijksprogramma van energie- en grondstoffeninfrastructuurprojecten van nationaal belang die bijdragen aan klimaattransitie en het verdienvermogen van de Nederlandse industrie stimuleren. Met meer regie en minder knelpunten wordt de besluitvorming van projecten versneld en bereiken we systeemintegratie voor de aanleg van energie- en grondstoffen-infrastructuur. Dit is een noodzakelijke stap voor het behalen van de klimaatdoelen voor 2030 en 2050.

De basis voor de selectie van de MIEK-projecten ligt bij de energiestrategieën van de zes Nederlandse industriële clusters, de zogenoemde Cluster Energiestrategie (CES). De criteria aan de hand waarvan de projecten zijn geselecteerd uit deze CES-en zijn: robuustheid, urgentie, nationaal belang en klimaatwinst (voor de industrie). Het kabinet stelt het MIEK ieder jaar opnieuw vast, om de voortgang te monitoren en nieuwe projecten hierin een plek te kunnen geven.

In het MIEK 2021 is Aramis voor het cluster Zeeland/Schelderegio één van de projecten onder het MIEK-project Carbon Connect Delta. De ontwikkeling van het CCS-systeem is voor de Zeeuwse industrie het startschot voor de omschakeling naar een CO<sub>2</sub>-neutrale en circulaire industrie. Er is aangegeven dat als de doorontwikkeling van CCS niet volgens de huidige strategie wordt gerealiseerd, ook de verdere uitvoering van de transformatie van productie-installaties naar waterstof en elektrificatie bij de industrie niet volgens de huidige strategie mogelijk zijn. Dit heeft te maken met blauwe waterstofproductie waarbij CO<sub>2</sub> vrijkomt dat moet worden opgeslagen.

In het MIEK 2022 is Aramis een project van nationaal belang in het cluster Rotterdam-Moerdijk. Er staat dat Aramis bijdraagt aan het reduceren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de periode dat de transitie naar bio-based, hernieuwbaar, of circulair nog niet voltooid kan worden.

#### **Nieuwe infrastructuur, die mogelijk kan aansluiten op Aramis**

In het MIEK van 2021 is de Delta Rhine Corridor als strategisch project opgenomen. Dit project bestaat uit een buisleidingenbundel voor meerdere energievormen en grondstoffen, waaronder CO<sub>2</sub>, van Rotterdam, via industriecollier Chemelot, naar Noordrijn-Westfalen. Met de waterstofbundel en CCS-bundel (en mogelijk ook circulaire grondstoffen/ammoniak) worden industriecollier Chemelot en Duitsland in staat gesteld om grote hoeveelheden waterstof af te nemen en efficiënt CO<sub>2</sub> op te slaan onder de Noordzee. De CCS-buisleiding kan op termijn worden omgebouwd naar een tweede waterstofbuis. De Delta Corridor biedt dieper landinwaarts gelegen industriecolliers een versnelde emissiereductie of verduurzamingsmogelijkheden en draagt daarmee bij aan het halen van klimaatdoelstellingen van Nederland en omliggende landen die aansluiten op het initiatief.

Ook in de andere clusters spelen initiatieven rondom CCS. Deze initiatieven staan los van elkaar, maar maken waarschijnlijk gebruik van dezelfde centrale infrastructuur voor opslag onder de Noordzee en kennen daarom een onderlinge afhankelijkheid.

### 2.5.2 Havenvisie Rotterdamse haven

De Havenvisie geeft de ambitie aan voor de toekomst van de Rotterdamse haven en fungeert als kompas: de ambities staan als een stip op de horizon, ook als de omstandigheden veranderen. De gemeenteraad van Rotterdam heeft in 2022 de herijkte Havenvisie vastgesteld. Het creëren van economische en maatschappelijke waarde en het realiseren van duurzame groei is de kern van de herijkte Havenvisie. Onderdeel van de havenvisie is de decarbonisatie van de haven, het industriecomplex en de zeevaart. Het uitbreiden van de energie-infrastructuur voor warmte, stoom, CO<sub>2</sub> en elektriciteit wordt als belangrijke voorwaarde gezien voor de transitie naar een CO<sub>2</sub>-neutraal haven- en industriecomplex. Meer specifiek is opgenomen dat het opslaan van bij de industrie vrijkomende CO<sub>2</sub> in lege gasvelden onder de Noordzee een noodzakelijke tussenfase is. Aramis sluit aan bij de beoogde energietransitie van het Rotterdamse haven- en industriecomplex.

### 2.5.3 Noordzee Akkoord

Het Noordzee Akkoord is in 2020 opgesteld door het Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, samen met de Noordzee belangenpartijen. In het Noordzee Akkoord zijn afspraken gemaakt over keuzes en beleid die de strategische opgaven uit het Klimaatakkoord, voor natuurherstel en voor een gezonde toekomst voor visserij op de Noordzee concreet en langdurig met elkaar in balans brengen.

In het Noordzee Akkoord wordt CCS niet expliciet genoemd. Maar Aramis probeert toch zo goed mogelijk invulling te geven aan de afspraken uit het Noordzee Akkoord, in overleg met de andere Noordzee belangenpartijen. Daarom zijn de algemene afspraken uit het Noordzee Akkoord leidend voor Aramis. Daarnaast heeft Aramis onderzocht in hoeverre het mogelijk en passend is om afspraken die voor de olie- en gaswinning gelden mee te nemen in het ontwerp, de aanleg en het gebruik van het Aramis initiatief. Aramis ziet zichzelf niet als een activiteit in de categorie van olie- en gaswinning, omdat het juist gaat om een klimaatmaatregel met als doel de CO<sub>2</sub>-emissies in de atmosfeer te verminderen. Maar in de technische uitwerking komen aspecten als leidingen, platforms en putten naar de diepe ondergrond voor, die qua uitvoering vergelijkbaar zijn met de olie- en gaswinning.

Aramis geeft invulling aan de afspraken uit het Noordzee Akkoord door vijf specifieke maatregelen:

1. Er komen geen helikopterdekken op de platforms om het helikoptertransport en ruimtebeslag te beperken.
2. Om de mogelijkheden voor windparken niet te beperken, is intensief overleg gevoegd met EZK Wind, het Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee (VAWOZ) 2031-2040 en de Nederlandse Windenergie Associatie (NWEA) over de ruimtelijke inpassing van de CO<sub>2</sub>-injectie locaties en de zeeleiding en (medegebruik van) toekomstige windparken.
3. De energievoorziening op de platforms is primair geëlektrificeerd op basis van zon en wind.
4. Eventueel seismisch onderzoek in de diepe ondergrond zal buiten het voortplantingsseizoen (1 mei - 1 september) van bruinvissen plaatsvinden. En verstoring door het onderwatergeluid van seismische onderzoeken wordt zoveel mogelijk beperkt.
5. De mogelijkheden voor natuurversterkend bouwen zijn verkend en als opgave tot uitwerking meegegeven aan de technische teams (zie verder paragraaf 5.10).

#### 2.5.4 Programma Noordzee 2022-2027

Het Programma Noordzee 2022-2027, inclusief de bijlage Mariene Strategie deel 3 (KRM-programma van maatregelen) is integraal onderdeel van het Nationaal Waterprogramma (NWP) 2022-2027. In het programma Noordzee 2022-2027 wordt ingegaan op de ontwikkeling van een duurzaam Noordzee-energiesysteem. Daarbij zijn de volgende punten van belang:

- Aanlanden van op zee geproduceerde energie bij de industrieclusters.
- Meer flexibiliteit door verbindingen met de (Noordzee-) energiesystemen van ons omringende landen.
- Meer flexibiliteit door de inzet van andere vormen van duurzame energiewinning, andere energiedragers, opslag en infrastructuur.

Hierbij wordt voorzien dat de al aanwezige gasinfrastructuur op zee (platforms en leidingen) mogelijk hergebruikt kan worden voor het transport en opslag van waterstof en voor CCS. In het programma Noordzee wordt daarom al rekening gehouden met de ruimte en afstand van CCS-locaties ten opzichte van windparken.

Het programma beschrijft het beleid op het gebied van het versterken van het ecosysteem, de transitie naar een duurzame voedselvoorziening en de transitie naar een duurzame energievoorziening. Daarnaast wordt beleid op het gebied van zeescheepvaart, zandwinning, digitale connectiviteit, nationale veiligheid, onderwater cultureel erfgoed, recreatie en meteorologische informatievoorziening beschreven. Ten aanzien van de Duurzame blauwe economie wordt de verkenning tot 2027 voortgezet, waarbij tussentijds beleidsopties en marktkansen worden uitgewerkt. Het programma beschrijft ook het kader voor de ruimtelijke ordening die uit de verschillende inhoudelijke beleidsvoornemens voortvloeit en presenteert een structuurvisiekaart voor de periode 2022-2027.

#### 2.5.5 Noordzeeverdragen

Onder de **OSPAR-conventie** (Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan) werken 15 Europese landen en de EU samen om het mariene milieu in de Noordwestelijke Atlantische oceaan te beschermen. OSPAR ziet verhoogde CO<sub>2</sub>-concentraties in de atmosfeer als een bedreiging voor het mariene milieu, waarvoor mitigerende maatregelen ontwikkeld moeten worden. Opslag van CO<sub>2</sub> in geologische formaties wordt als één van de opties onderkend.

Het OSPAR besluit 2007/2 omvat regels voor de opslag van CO<sub>2</sub> in de ondergrond: opslag zonder vergunning is verboden en de vergunning dient te voldoen aan de OSPAR “guidelines for Risk Assessment and Management of storage of CO<sub>2</sub> stream in geological formations”. Deze OSPAR-richtlijn geeft aan dat in beeld moet worden gebracht dat in het geval er lekkage ontstaat dit geen blijvend negatief effect mag hebben op het mariene milieu. De OSPAR-overeenkomst 2002-6 definieert de registratie en beoordeling van de gevaren van chemische stoffen met betrekking tot het gebruik- en de lozing van offshore chemicaliën op offshore olie- en gasplatforms.

De overeenkomst inzake de instandhouding van kleine walvisachtigen in de Oostzee, de Noordoost-Atlantische Oceaan, de Ierse en de Noordzee (vaak afgekort tot **ASCOBANS**) is een regionale overeenkomst over de bescherming van kleine walvisachtigen. De Bijlage bij ASCOBANS geeft regels ten aanzien van een aantal specifieke zaken. Ten einde leefgebieden in stand te houden en te beheren dienen de partijen onder andere te werken aan het voorkomen van de inbreng van stoffen die een bedreiging zijn voor de betrokken soorten, bijvangst van de betrokken soorten in visserij te beperken, de negatieve gevolgen voor voedselbronnen van de betrokken soorten te verminderen en andere

significante verstoringen te voorkomen, met name die van geluidsbronnen. Daarnaast bevat de Bijlage verplichtingen ten aanzien van het uitvoeren van onderzoek ten aanzien van de betrokken soorten.

De **Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie** stelt een juridisch kader vast voor de bescherming en instandhouding van het mariene milieu, de voorkoming van de verslechtering ervan, en, waar uitvoerbaar, het herstel van dat milieu in de gebieden waar het schade heeft geleden. De **Europese Kaderrichtlijn Water** heeft betrekking op de bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwateren en grondwater en neemt de stroomgebieden van rivieren als uitgangspunt. Beide zijn formeel in de Omgevingswet (voorheen Waterwet) bekrachtigd en krijgen uitwerking in het Nationaal Waterprogramma.

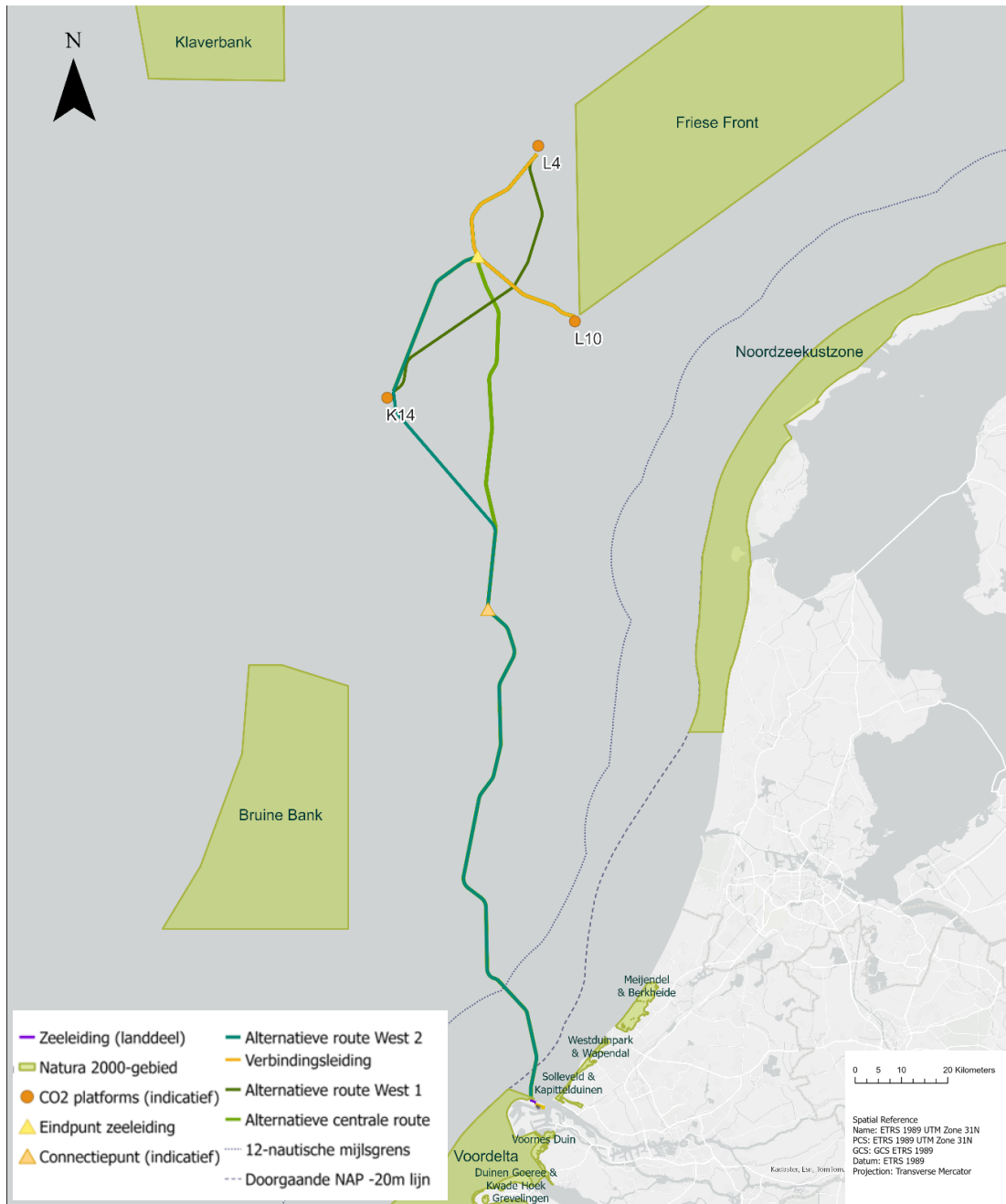
### 2.5.6 Kader Ecologie en Cumulatie 4.0

Het **Kader Ecologie en Cumulatie** gaat over de mogelijke cumulatieve effecten op de populaties van beschermde soorten (bruinvis, vogels, vleermuizen) gedurende de bouw en exploitatie van windparken op zee tot 2030. Het gaat om effecten waardoor de populaties van beschermde soorten structureel achteruit zouden gaan en de natuurlijke veerkracht van de soort aangetast zou worden. Kennis over de effecten op beschermde soorten uit het Kader is ook gebruikt voor de toetsing van de effecten van de aanleg van de zeeleiding en de aanpassingen van putten en platforms en de oprichting van nieuwe putten en platforms.

### 2.5.7 Natura 2000-gebieden

In de omgeving van het Aramis initiatief liggen diverse Natura 2000-gebieden (zie Figuur 2-2). Op land gaat het om Solleveld & Kapittelduinen, Westduinpark & Wapendal, Voornes Duin, Meijndel & Berkheide, Duinen Goeree & Kwade Hoek, Grevelingen. Op zee is sprake van een kleine overlap met het Natura 2000-gebied de Voordelta waar de zeeleiding de zee ingaat en de Maasgeul doorkruist.

Verder liggen de zeeleiding en de platforms in de buurt van de Natura 2000-gebieden de Voordelta, de Noordzeekustzone, het Friese Front, Klaverbank en Bruine Bank. Een beschrijving van al deze gebieden en de instandhoudingsdoelstellingen per gebied en per soort zijn te vinden in de passende beoordeling (Bijlage 5 van het deelrapport Milieueffecten - RHDHV, 2024. Natuurtoets Gebieden - Passende Beoordeling).



Figuur 2-2: Natura 2000-gebieden in de omgeving van het Aramis initiatief

### 3 Voorgenomen activiteit en alternatieven

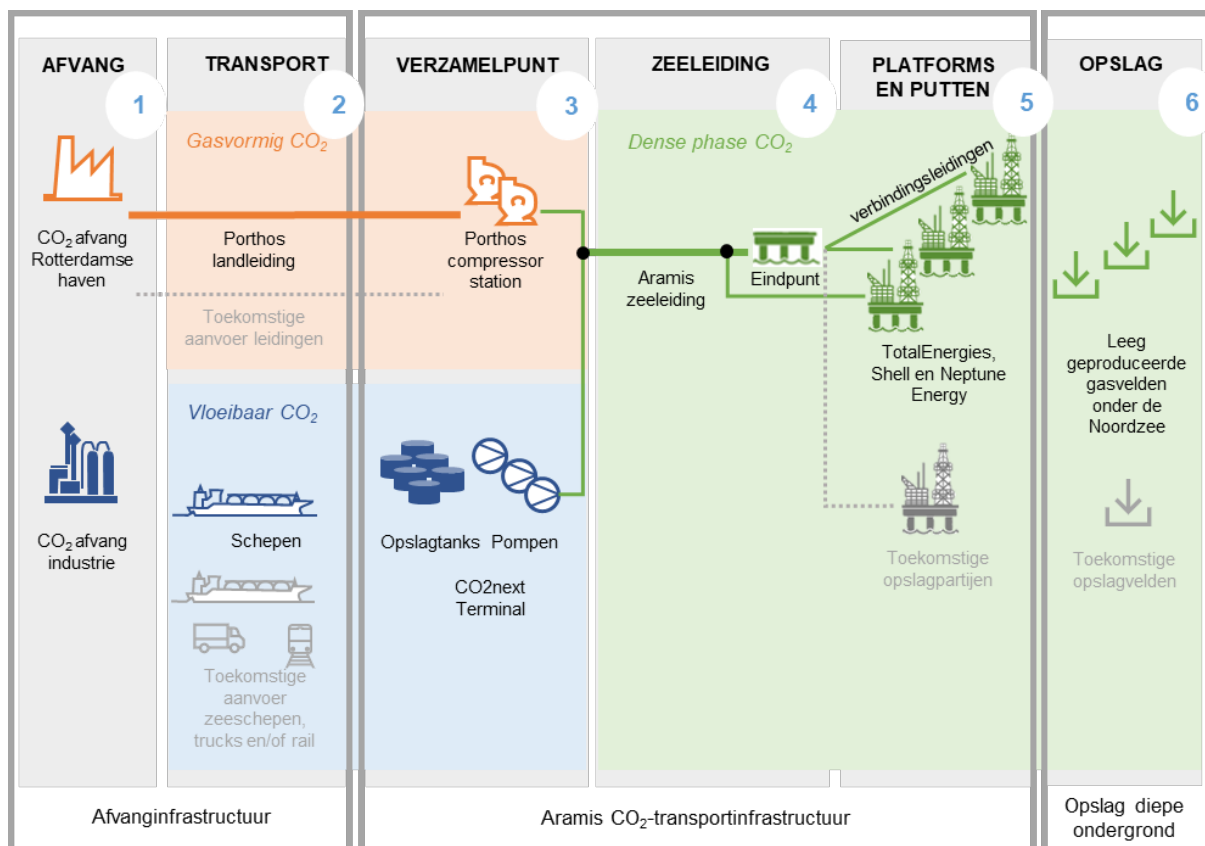
In dit hoofdstuk zijn de onderdelen van de integrale CCS-keten beschreven. Voor de toetsing in het MER wordt onderscheid gemaakt tussen de onderdelen die bij het Aramis initiatief horen en de hiermee verbonden activiteiten van afvang en opslag:

- Het MER toetst de onderdelen van het Aramis initiatief, inclusief de alternatieven en varianten, voor de startsituatie en de eerste uitbreidingsituatie.
- Het MER beschrijft meer indicatief de mogelijke effecten van de afvangactiviteiten, de opslag van CO<sub>2</sub>, en de verdere toekomstige uitbreiding. Het indicatief beschrijven van deze effecten wordt gedaan aan de hand van mogelijke scenario's en de daarbij behorende meest relevante milieueffecten.

Na de afbakening van het Aramis initiatief volgt de beschrijving van de afvang en levering van CO<sub>2</sub>. Vervolgens is het voornemen zelf vanuit de verschillende te ontwikkelen onderdelen beschreven. Dan is er apart aandacht voor de ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub>. Aan het eind van dit hoofdstuk is beschreven hoe in de toekomst verdere uitbreiding van het Aramis initiatief mogelijk is.

#### 3.1 Afbakening van het MER voor het Aramis initiatief

In Figuur 3-1 zijn de integrale CCS keten en de onderdelen van het Aramis initiatief schematisch weergegeven.



Figuur 3-1: Schematisatie van de onderdelen van de integrale CCS-keten. Aramis levert daarvoor de CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur inclusief drie platforms met verbindingsleidingen.

Het Aramis initiatief bestaat uit:

- Verzamelpunt op de Maasvlakte (nummer 3 in Figuur 1-1 en Figuur 3-1):
  - Terminal: er wordt een nieuwe terminal aangelegd voor de ontvangst en tijdelijke opslag van vloeibare CO<sub>2</sub> dat wordt aangevoerd met schepen. Op de terminal wordt de vloeibare CO<sub>2</sub> op de juiste druk gebracht voor transport naar de gasvelden op de Noordzee. Er wordt een nieuwe leiding aangelegd van de terminal naar het mengpunt op het terrein van het compressorstation. De terminal is van CO<sub>2</sub>next, een aparte entiteit, opgericht door Vopak en Gasunie.
  - Compressorstation: het Porthos compressorstation wordt uitgebreid voor de ontvangst van gasvormig CO<sub>2</sub> voor Aramis dat wordt aangeleverd via de Porthos landleiding. Op het compressorstation wordt het gasvormig CO<sub>2</sub> op de juiste druk gebracht met compressors. De koude CO<sub>2</sub> van de terminal en de warme CO<sub>2</sub> uit het compressorstation worden door middel van warmtewisselaars en koelwater op de juiste temperatuur gebracht voordat het via het mengpunt in de zeeleiding gaat naar de gasvelden op de Noordzee. De Porthos groep bestaat uit diverse entiteiten, opgericht door het Havenbedrijf Rotterdam, Gasunie en EBN.
- Zeeleiding (nummer 4 in Figuur 1-1 en Figuur 3-1): Transport van CO<sub>2</sub> vanaf het verzamelpunt op de Maasvlakte door een leiding die bestaat uit een traject op land, een traject onder de zee en de Maasgeul en een traject in de zee, tot aan een eindpunt op de Noordzee. Ter onderscheid wordt in de aanduiding gesproken over het landdeel van de zeeleiding en het zeedeel van de zeeleiding.
- Het centrale eindpunt van de zeeleiding ligt op ongeveer 230 kilometer ten noordwesten van het verzamelpunt op de Maasvlakte.
- Platforms, putten en verbindingsledingen (nummer 5 in Figuur 1-1 en Figuur 3-1): Er zijn momenteel drie opslagpartijen, die gaan zorgdragen voor permanente opslag van CO<sub>2</sub> in de diepe ondergrond: Shell, TotalEnergies en Neptune Energy. Zij maken platforms en injectieputten beschikbaar. Er komen verbindingsledingen tussen de platforms en het eindpunt of connectiepunten van de Aramis-zeeleiding.

De onderdelen afvang (nummer 1 in Figuur 1-1 en Figuur 3-1) en transport naar het verzamelpunt (nummer 2 in Figuur 1-1 en Figuur 3-1) van de CCS-keten vallen buiten Aramis. De injectieputten vallen wel onder Aramis, maar de opslag van CO<sub>2</sub> in de reservoirs in de diepe ondergrond (nummer 6 in Figuur 1-1 en Figuur 3-1) valt buiten het onderzoeksgebied van Aramis.

### 3.1.1 Ruimtelijke uitgangspunten

Het hier gepresenteerde voornemen is tot stand gekomen na afweging van mogelijke opties op hoofdlijnen. In deze paragraaf zijn de belangrijkste afwegingen beschreven, die hebben geleid tot het bepalen van de uitgangspunten ten aanzien van het komen tot een centraal systeem, de locatie van de Maasvlakte voor het verzamelpunt, de route van de zeeleiding en de reservoirs en platforms. Deze zijn als uitgangspunten gebruikt bij de uitwerking van het technische ontwerp, het MER en de vergunningaanvragen.

#### **Uitgangspunt 1: De ontwikkeling van een integraal en uitbreidbare infrastructuur**

Onderzoek<sup>34</sup> geeft aan dat de industrie meer behoefte heeft aan CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit dan waar het Porthos-project in kan voorzien. In het onderzoek is gekeken naar de behoefte van de zes Nederlandse industriële clusters, zoals genoemd in het Klimaatakkoord, en twee buitenlandse clusters (Ruhrgebied en regio Antwerpen). Omdat de aanleg van afzonderlijke CO<sub>2</sub>-transportfaciliteiten vanaf de industrieclusters naar de opslaglocaties op zee relatief duur is en veel ruimtelijke- en milieuverstoring oplevert, is gekeken naar de mogelijkheden van een geïntegreerd en flexibel uitbreidbare CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur.

<sup>34</sup> Nationale CO<sub>2</sub>-opslagbehoefte tot 2035, Royal HaskoningDHV, September 2021



Er is een centraal gelegen verzamelpunt op land gezocht dat met schepen of leidingen makkelijk bereikbaar is vanuit de industriële clusters, en mogelijk in de toekomst ook per spoor of truck. Vanaf het verzamelpunt komt dan een zeeleiding naar een eindpunt op zee waarbij het mogelijk is om vanaf de zeeleiding verbindingen te maken naar verschillende platforms en opslagvelden.

### **Uitgangspunt 2: Verzamelpunt op de Maasvlakte**

Het Aramis initiatief heeft meerdere locaties onderzocht voor een centraal verzamelpunt op land. De voorkeur ging uit naar een havengebied, met het oog op een goede toegankelijkheid van schepen en om de ruimtelijke impact van de zeeleiding op land zo beperkt mogelijk te houden. Er zijn drie regio's bekeken: Den Helder, IJmuiden en de Maasvlakte.

Bij de afweging is gekeken naar de fysieke leefomgeving, toekomstbestendigheid, toegankelijkheid en beschikbare ruimte in het havengebied. Er is veel ruimte nodig voor de installaties van het verzamelpunt en voor de kades. Den Helder en IJmuiden blijken onvoldoende ruimte voor nu en in de toekomst te hebben. Dit in tegenstelling tot de Maasvlakte. De Maasvlakte is voor de grote industriële clusters met aanzienlijke CO<sub>2</sub>-uitstoot zoals in Limburg en de havengebieden van Zeeland en Rotterdam goed bereikbaar. Bovendien is de hinder voor de fysieke leefomgeving (zoals externe veiligheid, geluid, luchtkwaliteit) op de Maasvlakte beperkter dan in Den Helder of IJmuiden vanwege de relatief grote afstand tot gevoelige gebieden. Vanaf de Maasvlakte is de zeeleiding naar de geselecteerde opslagvelden het langst, maar de korte route over land, de beschikbare ruimte in de haven en de mogelijkheden om vanuit allerlei mogelijke bronnen (in de regio's) CO<sub>2</sub> aan te leveren zijn het gunstigst. Zo is gekozen voor de Maasvlakte als de meeste geschikte locatie voor het verzamelpunt.

Op de Maasvlakte is gekozen voor de locatie bij zowel Gate terminal<sup>35</sup> als de locatie waar het Porthos compressorstation is voorzien. Voor beide locaties worden integratiemogelijkheden voorzien. Dit geldt voor de landleidingfaciliteiten van Porthos en aansluiting en uitbreiding op het compressorstation van Porthos. Bij Gate terminal wordt het Aramis initiatief aangesloten op de havenfaciliteiten van Gate en zijn er mogelijkheden voor integratie van het koelwatersysteem en warmte-uitwisseling.

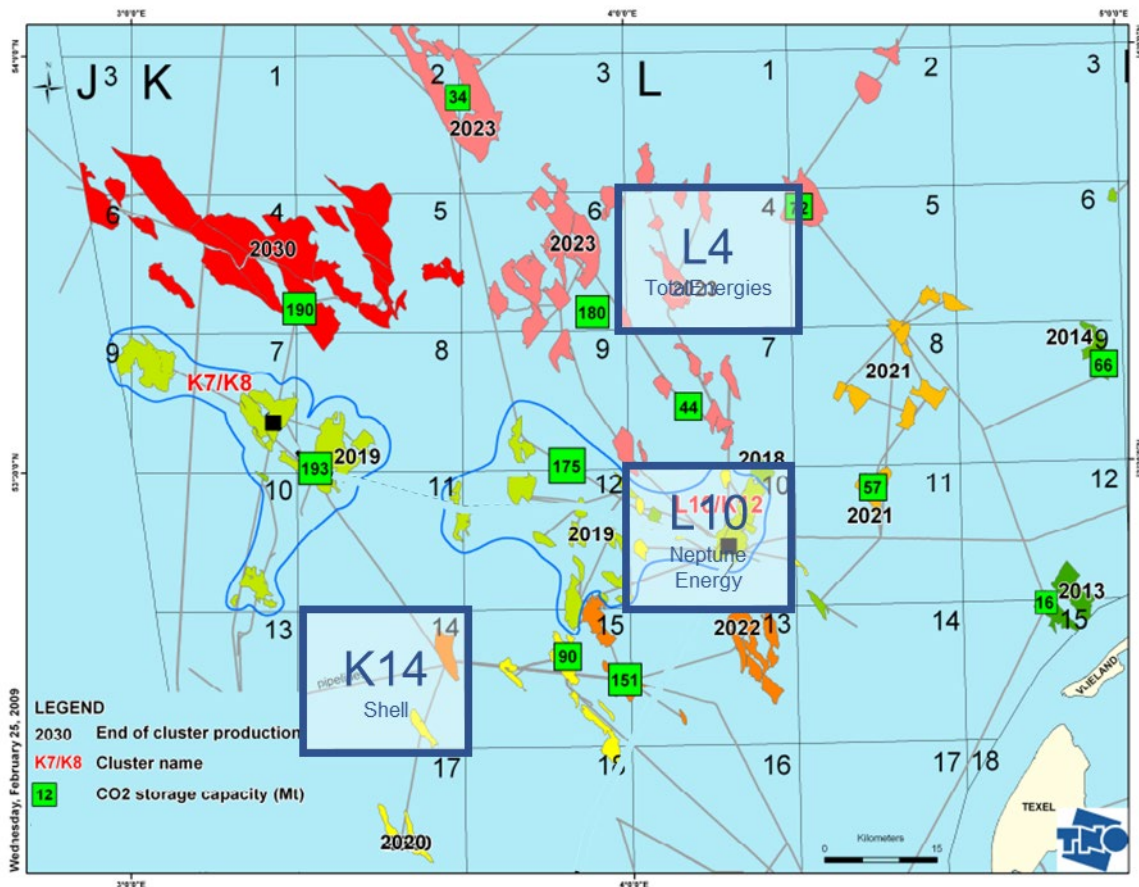
### **Uitgangspunt 3: Opslaglocaties**

De beschikbaarheid van reservoirs voor CO<sub>2</sub>-opslag is leidend voor de selectie van platforms en de route van de zeeleiding. In het Rijksbeleid is beschreven dat CO<sub>2</sub> opslag alleen kan plaatsvinden onder zee en niet onder land. Daarom zijn in de voorfase van dit project verschillende locaties op zee in kaart gebracht die zouden kunnen worden gebruikt als opslaglocatie voor CO<sub>2</sub>. Bij de selectie van de potentiële opslaglocaties zijn de volgende vijf criteria gebruikt:

- Gebruik: de voorkeur gaat uit naar een veld waarvan de opslagpartij al gebruiker is.
- Opslagcapaciteit: voldoende capaciteit zodat CO<sub>2</sub> gedurende een periode van tientallen jaren onder een continue toevoer kan plaatsvinden.
- Beschikbaarheid: gasvelden moeten tijdig zijn uitgeproduceerd en beschikbaar zijn voor CO<sub>2</sub>-opslag.
- Hoeveelheid en kwaliteit van de putten: putten met een hoge technische integriteit verkleinen het risico op lekkage.
- Kwaliteit van het opslagreservoir: het reservoirgesteente moet de juiste eigenschappen hebben voor opslag, zoals injectiviteit en permeabiliteit.

<sup>35</sup> Gate is een LNG-importterminal op de eerste Maasvlakte. LNG staat voor liquefied natural gas en is vloeibaar aardgas. LNG wordt met zeeschepen aangevoerd en bij GATE opgeslagen, gasvormig gemaakt en in het gastransportnetwerk gebracht voor distributie naar Europese huishoudens en industrie. Bij een LNG terminal zijn de hoofdprocessen vergelijkbaar met een CO<sub>2</sub>-terminal.

Een aantal platformeigenaren waaronder de initiatiefnemers, Shell en TotalEnergies, hebben reservoirs die inzetbaar zijn voor opslag van CO<sub>2</sub>. Het betreffen leeg geproduceerde reservoirs, die een goede afsluiting hebben. De grootste dichtheid aan beschikbare velden bevindt zich in het centrale deel van de Nederlandse offshore, ook wel de K- en L-blokken genoemd<sup>36</sup>. De kaart in Figuur 3-2 geeft een indicatie van het CO<sub>2</sub>-opslagpotentieel in lege gasvelden in de K- en L-blokken. Locaties met groot opslagpotentieel zijn hierin zichtbaar in bijvoorbeeld de blokken K6, L10/K12, K7/K8, K14 en K15. Meer reservoirs in de directe omgeving, waaronder die van de initiatiefnemers, Shell en TotalEnergies, komen beschikbaar, zodat uitbreiding van opslagvolume mogelijk is. De betrokken opslagpartijen en ook andere opslagpartijen met opslagcapaciteit hebben interesse getoond om zich in de toekomst op het Aramis initiatief aan te sluiten.



Figuur 3-2: Indicatieve kaart van de theoretische CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit in de K- en L-blokken<sup>37</sup>. De jaartallen van de productieafsluiting is variabel afhankelijk van de actuele gasvraag en energietransitie.

<sup>36</sup> Olie- en gasplatforms op de Noordzee worden met letter en cijfercombinaties aangegeven. Dit correspondeert met de letters en cijfers van de blokken waarmee de Noordzee is opgedeeld.

<sup>37</sup> Potential for CO<sub>2</sub> storage in depleted gas fields at the Dutch Continental Shelf. Phase 2: Costs of transport and storage, Netherlands Oil and Gas Exploration and Production Association, maart 2009

#### Uitgangspunt 4: tracé zeeleiding richting noordelijke velden

Voor de route van de zeeleiding op de Noordzee zijn in de Ruimtelijke Verkenning<sup>38</sup> verschillende routes in beeld gebracht. In de Ruimtelijke Verkenning zijn zes routes onderzocht, waarbij de drie oostelijke routes vooral van belang waren voor de aansluiting van een CO<sub>2</sub>-leiding vanaf Tata Steel (het CCS Athosproject). Omdat het Athosproject vroegtijdig is beëindigd, zijn de oostelijke routes niet meer van toepassing. De drie westelijke routes lopen langs de opslagvelden van TotalEnergies, Shell en Neptune Energy. Bij de routes is ook rekening gehouden met toekomstige aansluitingen door connectiepunten op de zeeleiding van andere opslagpartijen en met het ontzien van andere gebruiksfuncties. Het gaat dan om zandwingebieden, huidige en toekomstige windparken, militaire gebieden, vaarroutes, visserijgebieden en natuurgebieden. Ook wordt voorkomen dat de leiding te dicht bij andere leidingen, elektrische kabels en scheepswrakken komt te liggen. De drie westelijke routes zijn uitgewerkt tot tracéalternatieven. In het MER zijn de effecten van deze drie tracéalternatieven onderzocht.

### 3.1.2 Capaciteit

De startsituatie van het Aramis initiatief is gebaseerd op transport en opslag van 5 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar. Het is de bedoeling dat verschillende leveranciers CO<sub>2</sub> leveren aan de transportinfrastructuur van het Aramis initiatief en dat meerdere opslagpartijen CO<sub>2</sub> afnemen en in de diepe ondergrond opslaan. Daarmee ontstaat een groei van de hoeveelheid te transporteren CO<sub>2</sub>. Het transport via de zeeleiding is gedimensioneerd op maximaal 22 miljoen ton per jaar. Hiermee wordt een aanzienlijke uitbreiding van de transportcapaciteit in de toekomst mogelijk gemaakt.

Tabel 3-1. Capaciteit per situatie (Mton staat voor miljoen ton)

Situaties	Capaciteit (Mton CO <sub>2</sub> per jaar)	Ingebruikname	Toelichting
Startsituatie	5	vanaf 2028	Deze capaciteit is gebaseerd op de actuele vraag van CO <sub>2</sub> -leveranciers naar opslagcapaciteit. Dit is gebaseerd op de opslag van CO <sub>2</sub> in de opslagreservoirs van Shell en TotalEnergies.
Eerste uitbreidingssituatie	14	2028-2032	Deze waarde is gebaseerd op een verwachte groei van de vraag naar CO <sub>2</sub> -transportcapaciteit binnen enkele jaren vanaf de startsituatie. De uitbreiding bestaat in ieder geval uit opslag van CO <sub>2</sub> in het opslagreservoir van Neptune Energy.
Eindsituatie	22	Na 2028	Deze waarde is gebaseerd op een verwachte maximale vraag naar CO <sub>2</sub> -transportcapaciteit voor opslag van CO <sub>2</sub> in leeg geproduceerde gasvelden op zee

De aanlegfase duurt ongeveer 2 jaar. De ingebruikname verwachten de Aramis initiatiefnemers in 2028, de ingebruikname van een deel van de eerste uitbreiding verwachten zij ook al vanaf 2028. De duur van de gebruiksfase is nog niet bekend, en hangt onder andere af van het tempo richting een fossielvrije economie. Uitgangspunt voor het MER is een gebruiksduur van 20-40 jaar. Het gebruik van de opslag is wel permanent. De meeste effecten die in dit MER zijn onderzocht zijn onafhankelijk van de looptijd. Maar voor de energie- en CO<sub>2</sub> balans is een levensduur van 30 jaar als maatgevend gebruikt.

#### Verwachte CO<sub>2</sub>-levering bij het verzamelpunt in de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie

Het is nog niet vastgelegd wie de leveranciers zijn en hoeveel deze precies gaan leveren. Wel is een indicatie opgesteld met hoeveel CO<sub>2</sub> voor de verschillende aanvoerroutes rekening wordt gehouden in de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie. De maximale capaciteit van het transport met de landleiding is gelimiteerd door de afmetingen van de leiding, maar per schip kan de uitbreiding flexibel zijn.

<sup>38</sup> Ruimtelijke Verkenning CO<sub>2</sub> transport en opslag, Pondera, CE Delft en Arcadis, 2021

In Tabel 3-2 is de verwachte CO<sub>2</sub> levering bij het verzamelpunt aangegeven. De verwachting is dat er bij de start circa 3,4 miljoen ton vloeibare CO<sub>2</sub> per jaar per schip wordt aangevoerd via de terminal en circa 2 miljoen ton gasvormig CO<sub>2</sub> per jaar wordt aangevoerd met de Porthos landleiding. Al vanaf het begin kan dit doorgroeien tot 14 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar.

Tabel 3-2. Verwachte CO<sub>2</sub>-levering bij het verzamelpunt in de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie (Mton staat voor miljoen ton)

Aanlevering	Startsituatie (Mton CO <sub>2</sub> per jaar)			Cumulatief eerste uitbreidingssituatie (Mton CO <sub>2</sub> per jaar)		
	Aramis	Niet-Aramis	Totaal	Aramis	Niet-Aramis	Totaal
Terminal	<b>3,4</b>	2	5,4	<b>6</b>	4	10
Compressorstation	<b>2</b>	2	4	<b>8</b>	2	10
<b>Totaal</b>	<b>5,4</b>	<b>4</b>	<b>9,4</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>20</b>

Zowel bij de terminal als bij het compressorstation wordt ook CO<sub>2</sub> verwerkt buiten Aramis. Bij de terminal gaat het bijvoorbeeld om schepen die met CO<sub>2</sub> kunnen uitvaren en bij het compressorstation om CO<sub>2</sub> dat via Porthos wordt verwerkt. De CO<sub>2</sub> die buiten Aramis wordt verwerkt is weliswaar niet gekoppeld aan Aramis, maar de verwachte capaciteiten zijn voor de volledigheid wel in Tabel 3-2 aangegeven in de kolommen "niet-Aramis". De scheepsbewegingen en mogelijke bijbehorende stikstofemissies voor de CO<sub>2</sub> die buiten Aramis wordt verwerkt op het verzamelpunt zijn in het MER eveneens onderzocht.

### Verwachte CO<sub>2</sub> opslag in de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie

Er wordt vanuit gegaan dat er vanaf de startsituatie jaarlijks circa 2,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> kan worden opgeslagen in het leeg geproduceerde gasveld L04-A van TotalEnergies en 2,5 miljoen ton in het leeg geproduceerde gasveld K14-FA van Shell.

In de eerste uitbreidingssituatie wordt de opslagcapaciteit uitgebreid met een jaarlijkse opslag van circa 5 miljoen ton CO<sub>2</sub> in het leeg geproduceerde gasveld L10-ALBE van Neptune Energy. Naar verwachting sluiten er in de komende periode ook andere opslagpartijen aan. Uitgangspunt voor het MER is dat er in de eerste uitbreidingssituatie nog circa 4 miljoen ton CO<sub>2</sub> extra in een ander leeg geproduceerd gasveld kan worden opgeslagen.

### 3.1.3 Toepassing Best Beschikbare Technieken

Voor de verschillende onderdelen is steeds uitgegaan van de Best Beschikbare Technieken. Bij de beschrijving van de verschillende onderdelen van Aramis en bij de beoordeling van milieueffecten, is aangegeven welke voorzorgsmaatregelen worden getroffen in verband met veiligheid en om de milieueffecten te minimaliseren.

De Best Beschikbare Technieken komen onder meer tot uiting in:

- De installaties op de terminal worden ontworpen volgens BBT-eisen, bijvoorbeeld om geluidemissies te beperken en CO<sub>2</sub> veilig op te slaan in de tanks.
- Er worden nieuwe schepen ontworpen voor transport van CO<sub>2</sub>. Deze ontwikkeling valt buiten het kader van Aramis, maar er zijn wel randvoorwaarden gesteld, zoals de mogelijkheid om elektrisch aangedreven de havens te bereiken en in de havens gebruik te maken van walstroom.
- In de aanlegfase van de terminal en de zeeleiding wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van elektrisch aangedreven materiaal, waaronder een elektrisch aangedreven boormachine.
- Op de platforms wordt gebruik gemaakt van duurzame energie afkomstig van zonnepanelen en windturbines.
- In het kader van het streven naar Bovenwettelijk BBT is onderzoek gedaan naar Natuurversterkend bouwen.

### 3.2 Beschrijving afvang van CO<sub>2</sub>

De aanleg van de infrastructuur van het Aramis initiatief maakt de CCS-keten van afvang tot en met opslag mogelijk. Bij het vaststellen van de milieueffecten van de infrastructuur van het Aramis initiatief ligt het daarom voor de hand om ook de milieueffecten van afvang te benoemen. Het MER voor het Aramis initiatief volgt daarom de aanpak zoals in het MER voor Porthos is gevolgd. Ook daar was niet bekend wie de toekomstige leveranciers zijn en welke afvangtechnieken zij toepassen. Het is, net als in het MER voor Porthos, wel mogelijk aan de hand van scenario's een indruk te krijgen van de milieueffecten die hierdoor worden veroorzaakt. Ook kan hiermee een beeld worden verkregen van de integrale effecten van de CCS-keten. Het MER geeft geen expliciete beschrijving van de afvang bij industrieën en kan niet dienen als onderliggend document voor vergunningen voor CO<sub>2</sub>-afvang. Leveranciers vragen te zijner tijd waar nodig zelf vergunningen aan en doorlopen eventueel benodigde mer-(beoordelings)-procedures.

#### Leveranciers

Vooralsnog zijn vier groepen leveranciers te onderscheiden:

1. Industrie in het havengebied van Rotterdam nabij de Porthos landleiding. Hierbij zorgt de industrie voor de afvang van CO<sub>2</sub>, op druk brengen en aanleveren aan de Porthos landleiding. Via deze leiding komt gasvormig CO<sub>2</sub> bij het Porthos compressorstation op de Maasvlakte. Industrie nabij de OCAP-landleiding kan CO<sub>2</sub> aanvoeren via de OCAP-leiding naar de Porthos landleiding.
2. Industrie langs de binnenlandse waterwegen. De afgevangen vloeibare CO<sub>2</sub> wordt met binnenvaartschepen (barges) naar de terminal op de Maasvlakte gebracht. De industrie zorgt voor de afvang, tijdelijke opslag en overslag in de lokale haven, inclusief meetapparatuur.
3. Industrie langs de Noordzeekust buiten Rotterdam. De afgevangen vloeibare CO<sub>2</sub> wordt met zeeschepen (coasters) naar de terminal op de Maasvlakte gebracht. De industrie zorgt voor de afvang, tijdelijke opslag, de overslag van CO<sub>2</sub> in de lokale haven, inclusief meetapparatuur.
4. Elders gelegen industrie waarvan nog niet duidelijk is of, wanneer en hoe deze in de toekomst op de Aramis CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur aansluit.

Uitgangspunt voor de startsituatie en de eerste uitbreidings situatie zijn de leveranciers in het havengebied van Rotterdam die kunnen aanleveren via de Porthos landleiding en industrie langs de binnenlandse waterwegen die kunnen aanleveren via binnenvaartschepen (barges). Op termijn wordt ervan uitgegaan dat CO<sub>2</sub> ook met zeeschepen kan worden aangeleverd, waardoor ook industrie langs de Noordzeekust buiten Rotterdam kan aanleveren. Voor de langere termijn kan aanvoer mogelijk ook via spoor of trucks.

### Afvangtechnieken

De leveranciers van CO<sub>2</sub> zorgen bij hun installaties voor de afvang van CO<sub>2</sub>, zodanig dat wordt voldaan aan de minimale chemische samenstelling van het CO<sub>2</sub>-mengsel. In dit MER is rekening gehouden met de toepassing van de afvangtechnieken in Tabel 3-3. De technieken zijn in het deelrapport Technische beschrijving toegelicht.

Deze technieken zijn deels proces geïntegreerd en deels toevoegingen aan bestaande installaties. In de tabel staan de technieken in volgorde van energieverbruik, van gunstig naar minder gunstig. Er is gebruik gemaakt van generieke informatie, afkomstig van algemeen toegankelijke bronnen met betrekking tot afvangtechnieken en scenario's om de gevolgen van verschillende afvangtechnieken in beeld te brengen.

Aanvullend is navraag gedaan naar technieken en karakteristieken bij een aantal bedrijven die mogelijk geïnteresseerd zijn in het ontwikkelen van afvanginstallaties. Naast afvangtechnieken is ook gevraagd een indicatie te geven van de benodigde compressoren met karakteristieken.

Tabel 3-3. Overzicht CO<sub>2</sub>-afvangtechnieken

Categorie	Techniek	Opmerkingen
Pre-combustion	CO <sub>2</sub> op spec	Het bronproces levert vrijwel zuivere CO <sub>2</sub> op een procesdruk van 20 bar
	Cryogene afvang	CO <sub>2</sub> wordt met cryogene technieken (op lage temperatuur) afgesplitst
	Adsorptie (VPSA)	CO <sub>2</sub> wordt met vacuüm technieken afgesplitst
Oxyfuel	Oxyfuel concept	CO <sub>2</sub> wordt afgesplitst met gebruik van zuurstof
Overig	Membraanscheiding	CO <sub>2</sub> wordt gescheiden door middel van membranen
Post combustion	Chemische absorptie	Verschillende absorptiemiddelen om CO <sub>2</sub> worden vastgehouden

### Compressie en koeling

Na het afvangen van CO<sub>2</sub> zorgen de leveranciers dat het afgevangen CO<sub>2</sub> geschikt wordt voor transport, via leidingen of met schepen. Afhankelijk van de toegepaste afvangtechniek, is aanvullende compressie nodig om te komen tot de gewenste inname druk voor het Aramis verzamelpunt. De compressor wordt binnen de inrichting van de leverancier geplaatst. Hiervoor is in dit MER uitgegaan van op dit moment op de markt beschikbare compressoren. Ook moet de CO<sub>2</sub> gekoeld worden tijdens en na het comprimeren.

Bij alle opties is er een meetprogramma voorzien om te zorgen dat de CO<sub>2</sub> met de juiste samenstelling, druk en temperatuur wordt geleverd. Dit wordt opgericht door de leverancier op basis van door Aramis en leverancier overeengekomen specificaties. In het kader van het MER is voor de leveranciers in het havengebied van Rotterdam die kunnen aanleveren via de Porthos landleiding en industrie langs de binnenlandse waterwegen die kunnen aanleveren via binnenvaartschepen een indicatie gegeven van de mogelijke milieueffecten (zie Hoofdstuk 6).

## 3.3 Beschrijving onderdelen van het Aramis initiatief

Onderstaand is een toelichting gegeven op de verschillende componenten van het Aramis initiatief. Deze zijn uitgewerkt op basis van Best Beschikbare Technieken.

### 3.3.1 Terminal

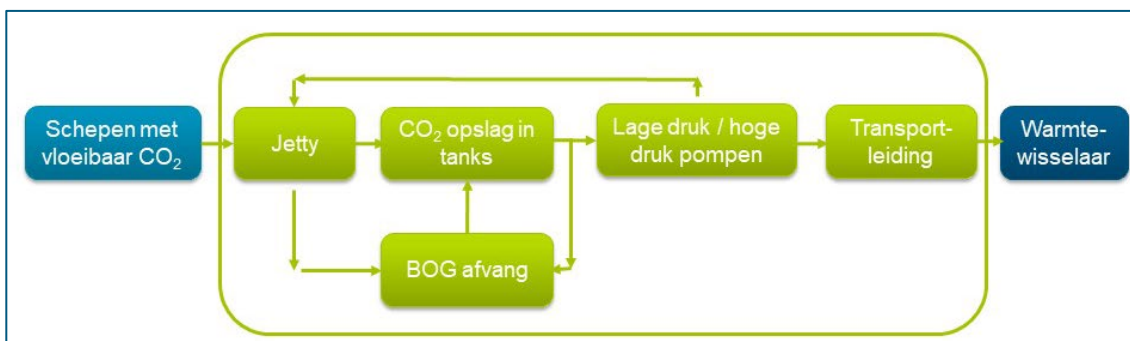
Op de Maasvlakte wordt een nieuwe terminal gerealiseerd voor de ontvangst van vloeibaar CO<sub>2</sub> die wordt aangevoerd met schepen. Het plan is de terminal te ontwikkelen op het terrein van de Maasvlakte Olie

Terminal (MOT<sup>39</sup>) of op het terrein van Gate terminal. Het is de bedoeling dat de activiteiten van Gate terminal en MOT ongestoord kunnen blijven doorgaan. Aan de zuidzijde van het terrein wordt ruimte gereserveerd voor het aanmeren van schepen.

De terminal heeft 4 functies, met daarbij aan- en afvoerleidingen:

1. Lossen van vloeibaar CO<sub>2</sub> van schepen (en verladen naar schepen voor transport over zee). Vloeibaar CO<sub>2</sub> wordt overgeladen van schepen die aanmeren aan nieuwe aanlegsteigers (jetty) in het Yangtzekanaal. De steigers worden uitgerust met alle apparatuur en faciliteiten om de losoperaties uit te voeren. Vanaf de steigers wordt CO<sub>2</sub> met een nieuw aan te leggen leiding naar de CO<sub>2</sub>-opslagtanks afgevoerd.
2. Opslag van vloeibaar CO<sub>2</sub> in opslagtanks. De aanvoer van vloeibaar CO<sub>2</sub> vindt plaats per schip en daarmee is de binnenkomende CO<sub>2</sub>-stroom niet continu. Het is echter wenselijk dat de zeeleiding een continue stroom CO<sub>2</sub> krijgt aangeleverd. Om van de discontinue aanvoer te komen tot een continue levering aan de zeeleiding zijn opslagtanks voorzien. De buffercapaciteit van de opslagtanks zorgt voor de operationele flexibiliteit van het CCS-systeem.
3. Afvangen van het gasvormige CO<sub>2</sub> dat vrijkomt bij de verwerking van vloeibaar CO<sub>2</sub> in de terminal, het zogenaamde Boil Off Gas (BOG). Boil off gas wordt teruggeleid naar de schepen of de opslagtanks.
4. Op druk brengen van de opgeslagen CO<sub>2</sub> uit de opslagtanks voor de Aramis zeeleiding. Hiervandaan wordt CO<sub>2</sub> onder hoge druk afgevoerd naar het mengpunt bij het compressorstation.

De terminal biedt ook de mogelijkheid CO<sub>2</sub> te ontvangen en per schip door te voeren naar andere bestemmingen. Dit is in Tabel 2-2 aangeduid als Niet-Aramis gebruik.



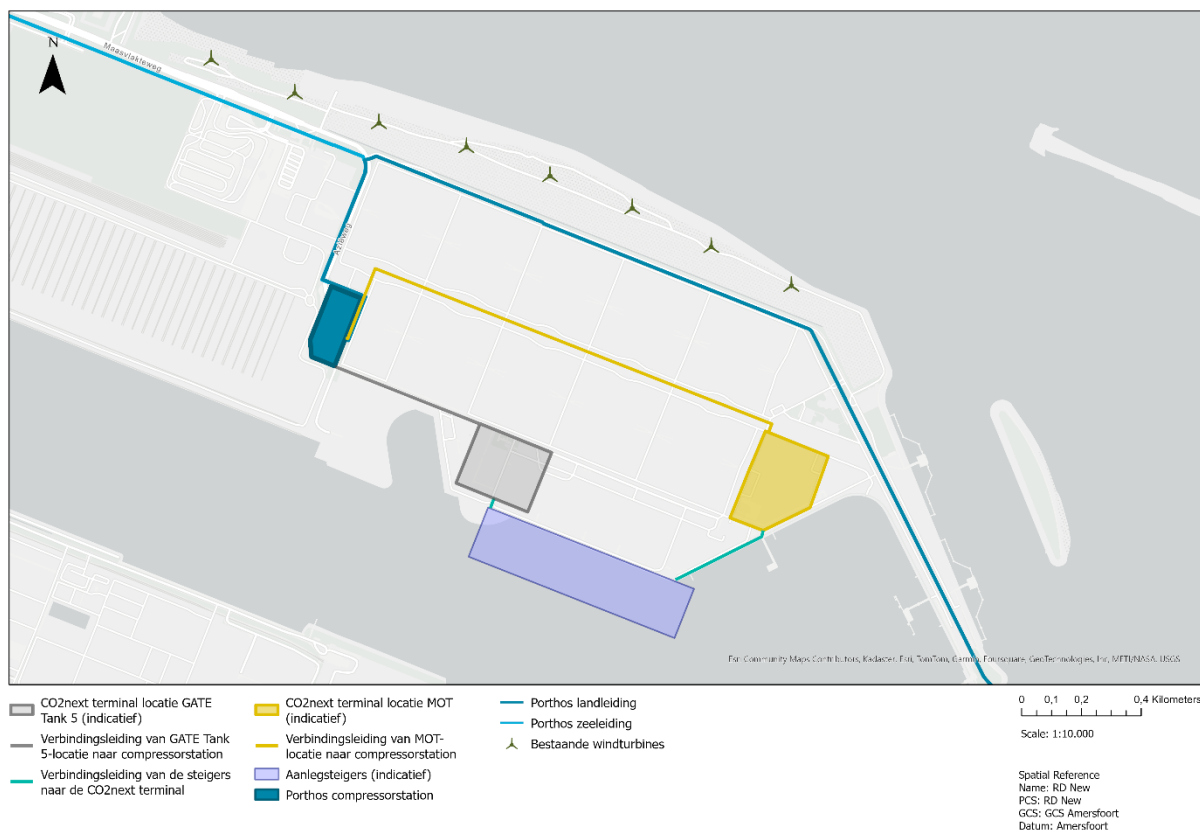
Figuur 3-3: Schema met activiteiten die horen bij de CO2next terminal

De verwarming van het CO<sub>2</sub> vanuit de transportleiding via de warmtewisselaars is onderdeel van het compressorstation.

### Locatiealternatieven

Er zijn twee locaties voor de terminal in beeld gebracht (Figuur 3-4): het oostelijk deel van het MOT terrein of de locatie GATE tank 5 op het GATE terrein. Er is sinds de NRD een alternatieve locatie op het GATE terrein voor de CO2next terminal in beeld gekomen, de zogenaamde GATE-Tank 5 locatie. Deze locatie biedt iets meer ruimte en vervangt daarom de locatie die was opgenomen in de NRD. Beide locaties bieden voldoende ruimte voor de terminal activiteiten zoals nu voorzien voor de startsituatie en eerste uitbreidingsituatie.

<sup>39</sup> MOT staat voor de Maasvlakte Olie Terminal op de eerste Maasvlakte. MOT is een joint venture van Shell, Exxon, BP, Aramco, Zeeland Refinery en Vopak. Ruwe aardolie wordt met zeeschepen aangevoerd, en bij MOT opgeslagen en met leidingen naar olieraffinaderijen getransporteerd.



Figuur 3-4: Alternatieve locaties van de CO2next terminal op de voorkeurslocatie bij MOT (rechts) en het alternatief op de GATE Tank 5 locatie (links), met de locatie van de nieuwe steigers en de nieuwe leidingen.

### Steigers

In de startsituatie worden 2 aanlegsteigers aangelegd. De aanlegsteigers zijn ontworpen voor schepen met volumes variërend van 2.200 m<sup>3</sup> tot 16.000 m<sup>3</sup> en een maximale lengte van 165 m. Door de snelle ontwikkeling van vloeibare CO<sub>2</sub>-tankers is het mogelijk dat in de toekomst schepen met een maximale lengte van 200 m worden ontwikkeld voor volumes van 18.000 tot 30.000 m<sup>3</sup>. Daarom wordt uitgegaan van flexibiliteit in het ontwerp van een derde steiger voor de eerste uitbreidingsfase. Afhankelijk van de grootte van de derde steiger en van markt- en scheepsontwikkelingen kan in de eindsituatie een vierde steiger worden geïnstalleerd.

De steigers worden uitgevoerd met walstroom (2.200 kW, incl. 20% marge). Schepen gaan volledig over op walstroom zodra deze zijn aangemeerd, zodat emissies worden geminimaliseerd.

### Opslagtanks

De Aramis zeeleiding vergt een continue stroom van CO<sub>2</sub>. Vanuit de terminal kan ervoor worden gezorgd dat de toestroom van CO<sub>2</sub> continu is door gebruik te maken van opslagtanks, waarin de CO<sub>2</sub> vanaf de schepen wordt gebufferd. Het gebruik van opslagtanks als tijdelijke buffer maakt het mogelijk de Aramis zeeleiding veilig en efficiënt te opereren.

In de startsituatie komen er 6 opslagtanks van ongeveer 8.000 m<sup>3</sup> ieder, waarin CO<sub>2</sub> vloeibaar wordt opgeslagen, zodat de totale opslagcapaciteit 48.000 m<sup>3</sup> bedraagt. In de eerste uitbreidingsituatie worden extra opslagtanks toegevoegd om de groei naar een terminal afhandelingscapaciteit van 10 miljoen ton CO<sub>2</sub> op te vangen, waarbij het opgeslagen volume groeit tot 80.000 m<sup>3</sup>. Voor de eindsituatie is het de verwachting dat er, afhankelijk van de vraag van klanten, een verdere uitbreiding van opslagtanks komt.



Naar aanleiding van het advies van de Commissie mer is ook naar grotere tanks van 20.000 m<sup>3</sup> inhoud gekeken. Hier is niet voor gekozen om de volgende redenen:

- Bij meer dan 4 bolvormige tanks van 20.000 m<sup>3</sup> is de 10-6 risicocontour groter. Dit kan ook nadelig uitvallen voor toekomstige uitbreidingen.
- Grotere tanks moeten op site gemaakt worden, wat leidt tot aanvullende stikstofemissies. Kleinere kunnen mogelijk prefab worden aangevoerd.
- Minder flexibel in uitbreiding opslagvolume. Per tank een hogere investering.

### 3.3.2 Compressorstation

Bij het Porthos compressorstation wordt gasvormig CO<sub>2</sub> (dat voor Aramis wordt aangeleverd via de Porthos landleiding) gecomprimeerd tot de juiste druk van maximaal 180 barg. Het Porthos compressorstation wordt uitgebreid met drie compressoren voor de verwerking van CO<sub>2</sub> voor Aramis. Op de locatie van het Porthos compressorstation is ruimte gereserveerd voor deze toekomstige uitbreiding. Er zijn geen ruimtelijke alternatieven. Verder komt er op de locatie van het compressorstation ook:

- Het mengpunt, waar de CO<sub>2</sub> stromen afkomstig van de terminal en de compressoren samen komen.
- Een warmtewisselaar om de vloeibare CO<sub>2</sub> vanuit de terminal op te warmen voordat het samen met CO<sub>2</sub> afkomstig van de compressoren in de Aramis zeeleiding wordt gebracht.
- Een pig-lanceerinrichting<sup>40</sup> om tijdens de aanlegfase de zeeleiding schoon te maken en in de gebruiksfase een inspectie apparaat door de zeeleiding heen te sturen.
- Een afvoerkanaal voor de lozing van koelwater in het Yangtzekanaal.

#### Koelwaterwerking

Bij de compressie van CO<sub>2</sub> in de compressoren wordt CO<sub>2</sub> sterk verwarmd. Met behulp van koelwater vindt afkoeling plaats. Deze wordt gevoed met zeewater uit het Yangtzekanaal. De zeewaterinlaat is maximaal 7.500 m<sup>3</sup>/uur. Het opgewarmde koelwater van de compressor wordt gebruikt om de CO<sub>2</sub>-stroom uit de terminal op hogere temperatuur te brengen.

### 3.3.3 Zeeleiding op land

Na het mengpunt wordt de gemengde CO<sub>2</sub>-stroom via een zeeleiding onder dense phase<sup>41</sup> condities naar het eindpunt op de Noordzee getransporteerd.

#### Karakteristieken van de zeeleiding

De zeeleiding heeft een diameter van circa 80 cm (32 inch). De zeeleiding heeft in normale dienst een vertrekdruk op land van 180barg en kan maximaal 22 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar transporteren. Verder wordt de zeeleiding ontworpen om een groot temperatuurbereik veilig aan te kunnen<sup>42</sup>. Daarvoor moeten in de landleiding zogeheten expansielussen worden aangelegd die het krimpen en uitzetten van de leiding door

<sup>40</sup> Pig is een afkorting van het Engelse pipeline inspection gauge. Dit is een flexibele reinigingsprop die met behulp van een medium (meestal stikstof, lucht of een vloeistof) door een leiding wordt geperst. Een pig wordt gebruikt om een leiding te reinigen, leeg te maken of te inspecteren, zonder dat deze buiten gebruik hoeft te worden gesteld. Een pig wordt vanuit een pig-lanceerinrichting in de leiding gebracht. Aan het eind van de leiding wordt de pig opgevangen in een pig-ontvangststation.

<sup>41</sup> Als CO<sub>2</sub> een temperatuur heeft boven 31°C en een druk boven 73,8 bar dan bevindt CO<sub>2</sub> zich in een superkritische fase. In deze fase heeft CO<sub>2</sub> de eigenschappen van gas én van vloeistof. Dit wordt aangeduid met de Engelse term "dense phase". Deze vorm van CO<sub>2</sub> komt voor in de zeeleiding en de platforms. Bij Aramis wordt CO<sub>2</sub> ook onder 31°C als dense gecategoriseerd. In het overgrote deel van de zeeleiding en op de platforms ligt de temperatuur van de CO<sub>2</sub> tussen 4°C en 18°C.

<sup>42</sup> De hete CO<sub>2</sub>-stroom van de compressoren wordt op het compressorstation gemengd met de koude stroom van de terminal zodat de vloeistofstroom die de zeeleiding in gaat met een temperatuur tussen de 20°C en 50 °C bij het grootste gedeelte van de operaties, afhankelijk van de verhouding tussen volumes van de terminal en het compressorstation. In gevallen waar de volumes van een van de toevoerstromen minder is kunnen temperaturen buiten dit bereik vallen. De zeeleiding is daarom ontworpen voor een groot temperatuurbereik (-25°C tot 70°C).

temperatuur verschillen kunnen opvangen. Ter bescherming van al bestaande leidingen in de leidingzone moet een gedeelte van de zeeleiding of expansielussen naast de leidingzone komen te liggen. Over de meer dan 200 km lange zeeleiding vindt afkoeling plaats waardoor de temperatuurverschillen bij de platforms heel beperkt zijn.

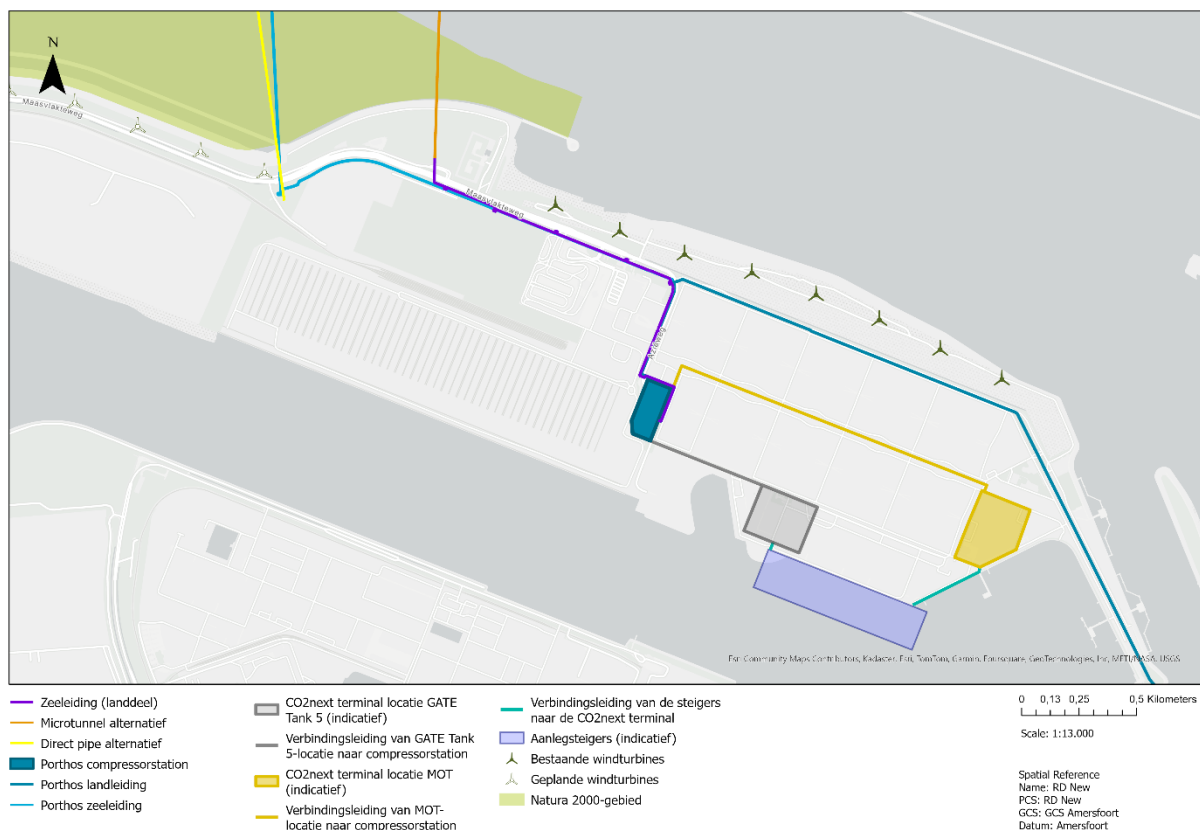
### **Leidingtracé op land**

Voor leidingen in het havengebied is een aparte strook bestemd, de leidingstrook. Deze is ruimtelijk bestemd en er is toezicht op het plaatsen van nieuwe leidingen binnen de leidingstrook. Dit heeft als voordeel dat de veiligheid van de leiding en de overige al aanwezige leidingen kan worden bewaakt. Vanuit ruimtelijke inpassing en veiligheid heeft het daarom de voorkeur optimaal gebruik te maken van de leidingstrook. Gezien de relatief korte afstand voor het landdeel van de zeeleiding en de aanwezigheid van de hiervoor bestemde leidingstrook zijn geen alternatieve routes onderzocht. Voor een nieuwe leiding in de leidingstrook moet de veiligheid worden aangetoond, met externe veiligheidsberekeningen (de QRA berekeningen, zie MER-bijlage 13).

De route is bepaald door de ligging van het mengpunt bij het compressorstation en de positie waar de leiding de zeewering en de Maasgeul kruist. De voorkeur is de route zo kort mogelijk te houden, vanwege kosten en veiligheid. Daarbij wordt zoveel mogelijk gebruikt van beschikbare voorzieningen, in dit geval de al bestemde leidingstrook voor dit soort leidingen. Daarmee is gekomen tot hetzelfde leidingtracé als van de Porthos zeeleiding op land.

De route van de zeeleiding volgt op land voor het eerste deel de route van de hogedrukleiding van Porthos. Daarbij bevindt de zeeleiding zich waar mogelijk binnen de aangewezen leidingstrook. In de leidingstrook liggen onder andere twee aardgasleidingen (Gasunie), twee waterleidingen (Evides), een elektriciteitskabel (Stedin) en de Porthos-zeeleiding (CO<sub>2</sub>). In westelijke richting loopt het tracé van de zeeleiding langs de kazerne van de Gezamenlijke Brandweer en het transformatorstation van TenneT. Langs het tracé staan enkele windturbines. Aan de westzijde van het intredepunt zijn windturbines door Eneco op de zeewering geplaatst. De aanwezige leidingen moeten gekruist worden. Dan verlaat de zeeleiding de leidingstrook noordwaarts, om vervolgens te kruisen met de zeewering.

Op bepaalde locaties in de leidingzone is er te weinig ruimte en daar moet de leidingzone worden verbreed door Leidingenbureau Rotterdam; langs de Aziëweg is de ruimte zeer smal, daarom wordt de leidingzone daar verbreed.



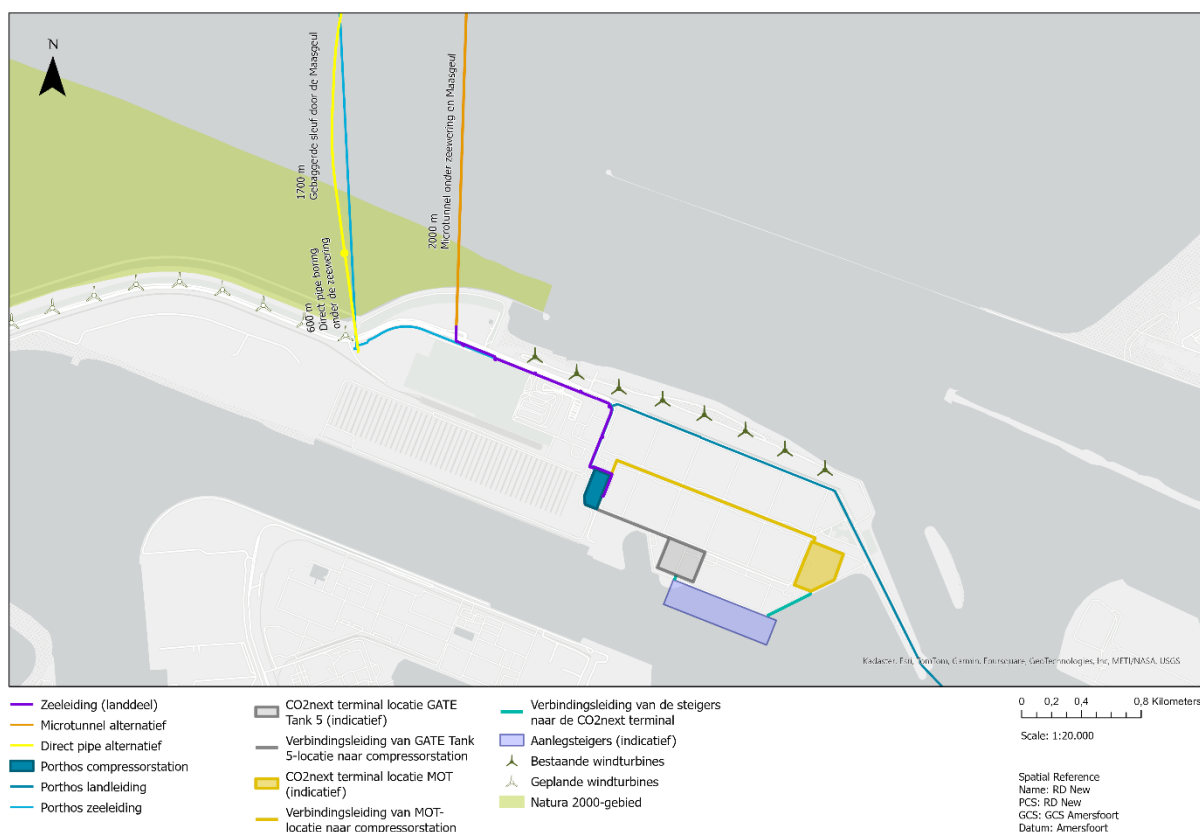
Figuur 3-5: Tracé van de zeeleiding op land vanaf het mengpunt bij het Porthos compressorstation naar het startpunt van de kruising onder de zeekering en Maasgeul.

### 3.3.4 Kruising van de zeekering en Maasgeul

De zeeleiding moet de zeekering aan de noordzijde van de Maasvlakte en de Maasgeul kruisen. Aan de kruising met de zeekering stelt Rijkswaterstaat voorwaarden, zodat de integriteit van de zeekering niet wordt aangetast. Voor de kruising van de Maasgeul is toestemming nodig van de Havenmeester van de Haven van Rotterdam, zodat de scheepvaart van en naar de haven zo min mogelijk hinder ondervindt. In de Maasgeul moet de leiding zo diep worden aangelegd dat deze bij periodieke baggerwerkzaamheden of door scheepsankers niet kan worden beschadigd. De leiding wordt daarom óf met een diepe boring aangelegd óf ingegraven met voldoende diepte.

#### Alternatieven voor de kruising van de zeekering en Maasgeul

Voor de kruising van de zeeleiding met zeekering en de Maasgeul zijn twee alternatieven uitgewerkt en vergeleken. Het gaat om een ruimtelijke afweging tussen de locaties in het kader van de plan-mer, waarvan de voorkeurslocatie wordt vastgelegd in het projectbesluit. De technische aspecten van de kruising zijn voor de project-mer beoordeeld. De alternatieven zijn weergegeven in Figuur 3-6.



Figuur 3-6: Alternatieven voor de kruising van de zeewering en Maasgeul. Oranje is het tracé van de Microtunnel en voorgenomen activiteit. Geel is het alternatief voor de direct pipe. De blauwe route behoort aan Porthos en bevindt zich nabij de Direct Pipe route.

- De microtunneloptie. Deze route voor de kruising van de zeewering is de oostelijke optie, naast de Edisonbaai (ter hoogte van de zogenaamde Haaievin tussen de kazerne van de Gezamenlijke brandweer en de vuurwerkompaklocatie). Bij deze optie wordt een kleine tunnel aangelegd met een diameter van circa 3,5 meter. De lengte is circa 2 kilometer vanaf de Haaievin op de Maasvlakte tot voorbij de strekdam van Hoek van Holland. De tunnelbuis gaat in dit geval vanaf het land zowel onder de zeewering, als onder de Maasgeul door.

#### Microtunnel/segmented tunnel

In dit rapport wordt gesproken over de microtunnel. Maar mogelijk wordt in plaats van de microtunnel boortechiek (over delen van de tunnel) gebruik gemaakt van een iets andere boortechiek, de segmented tunnel boortechiek of een hybride vorm. Daar waar dat tot verschillen in milieueffecten leidt, is dat aangegeven in de tekst.

- Direct pipe boring. Vanaf het land wordt onder de zeewering door geboord en de boring komt vóór de Maasgeul weer aan het oppervlak. Voor de uitvoering hiervan maakt de leiding een lus zodat er een loodrechte kruising van de zeewering mogelijk is. De boring start op het terrein waar ook de Porthos zeeleiding ligt (de westelijke optie in Figuur 3-6), kruist deze Porthos zeeleiding en komt dan achter de zeewering op de zeebodem uit. Vervolgens wordt met behulp van een gebaggerde sleuf de Maasgeul gekruist. De boring heeft een lengte van circa 600 meter. De gebaggerde sleuf in de Maasgeul is zo diep dat de bovenkant van de leiding op meer dan 20 meter onder NAP komt te liggen. De lengte van de sleuf bedraagt circa 1.700 meter.

### 3.3.5 Zeeleiding op zee

De zeeleiding vormt een centrale transportleiding richting de opslagplatforms ten noordwesten van de Maasvlakte, in de K- en L-blokken.

#### Route van de zeeleiding op zee

De zeeleiding wordt zo aangelegd, dat platforms met een zo kort mogelijke verbindingsleiding verbonden kunnen worden. Daarbij is gekeken naar de leeg geproduceerde gasvelden K14-FA van Shell, L04-A van TotalEnergies en L10-ALBE van Neptune Energy, maar ook naar opslagpartijen die mogelijk in de toekomst op de zeeleiding kunnen aansluiten.

#### Tracéalternatieven

De drie alternatieve tracés uit de Ruimtelijke verkenning zijn onderzocht en vergeleken. De verschillen tussen de tracéalternatieven zijn zichtbaar in het noordelijk deel van de routes. Het gaat om een ruimtelijke afweging tussen de tracés in het kader van de plan-mer, waarvan het voorkeustracé wordt vastgelegd in het projectbesluit. De technische aspecten van de zeeleiding op zee zijn voor de project-mer beoordeeld.

De tracéalternatieven West 1 en West 2 buigen af naar het westen, langs het windenergiegebied Lagelander, vlak langs het bestaande platform K14FA. Tracéalternatief West 1 (zie Figuur 3-7) gaat hiervandaan door het noordwestelijke deel van het windenergiegebied Lagelander naar het eindpunt van de zeeleiding. Tracéalternatief West 2 (voorgenomen activiteit) (zie Figuur 3-8) blijft vrijwel geheel buiten het windenergiegebied en volgt de oostelijke kant van de scheepvaartroute. Tracéalternatief Centraal (zie Figuur 3-9) heeft een centrale ligging en kruist door het windpark naar het eindpunt van de zeeleiding. Vanaf dit eindpunt verbinden verbindingsleidingen de drie platforms.

#### Eindpunt en connectiepunten

Het eindpunt van de zeeleiding wordt een distributiepunt<sup>43</sup> waarop verschillende platforms met verbindingsleidingen kunnen aansluiten. Het eindpunt van de zeeleiding komt in het gebied tussen L4, K14 en L10. Vanaf het eindpunt wordt CO<sub>2</sub> getransporteerd naar de opslagplatforms.

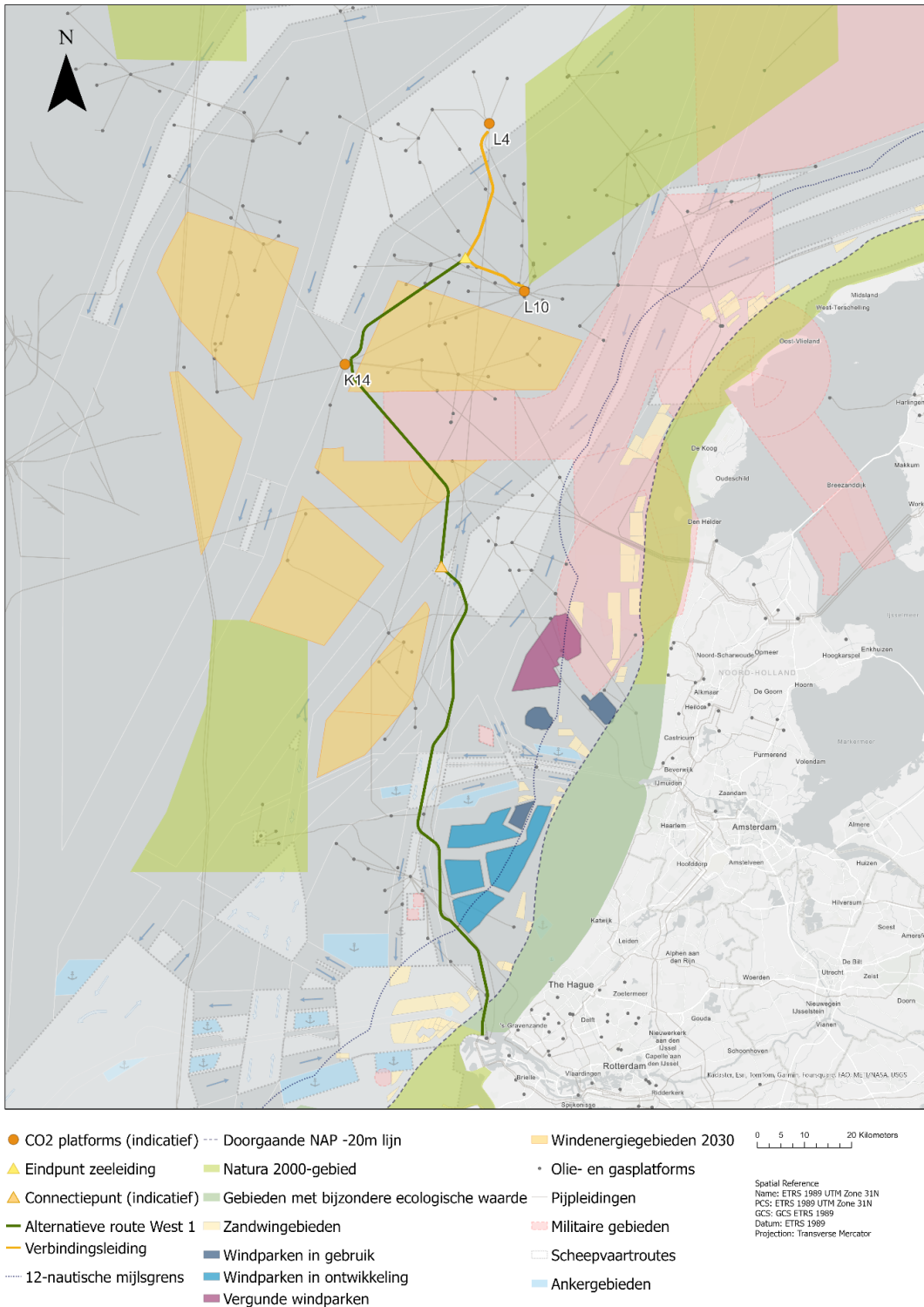
Het eindpunt wordt ook gebruikt voor de pig-ontvangstinrichting voor het periodiek monitoren van de binnenkant van de zeeleiding met meetapparatuur die door de leiding kan bewegen. Het is de bedoeling dat de wanddikte van de zeeleiding in segmenten met behulp van de pig kan worden doorgemeten. Piggen van de zeeleiding gebeurt ook bij de ingebruikname van de zeeleiding om deze schoon te maken en te drogen. Het eindpunt wordt ook gebruikt als pig-lanceerinrichting voor de verbindingsleidingen.

Indien noodzakelijk kan de CO<sub>2</sub> uit de leiding worden afgeblazen naar de atmosfeer. Dit vindt plaats bij de ingebruikname en mogelijk bij onderhoud. Dit volume wordt zo klein mogelijk gehouden vanwege klimaatimpact. Het heeft de voorkeur hiervoor op zee een decompressiepunt te maken. Verder is de kans klein dat er moet worden afgeblazen, aangezien dit alleen gebeurt bij calamiteiten. In geval van grote drukopbouw in de leidingen kan de veiligheid worden gewaarborgd door het afblazen van de CO<sub>2</sub>. Mogelijk komen er meerdere plaatsen in de zeeleiding waar CO<sub>2</sub> kan worden afgeblazen.

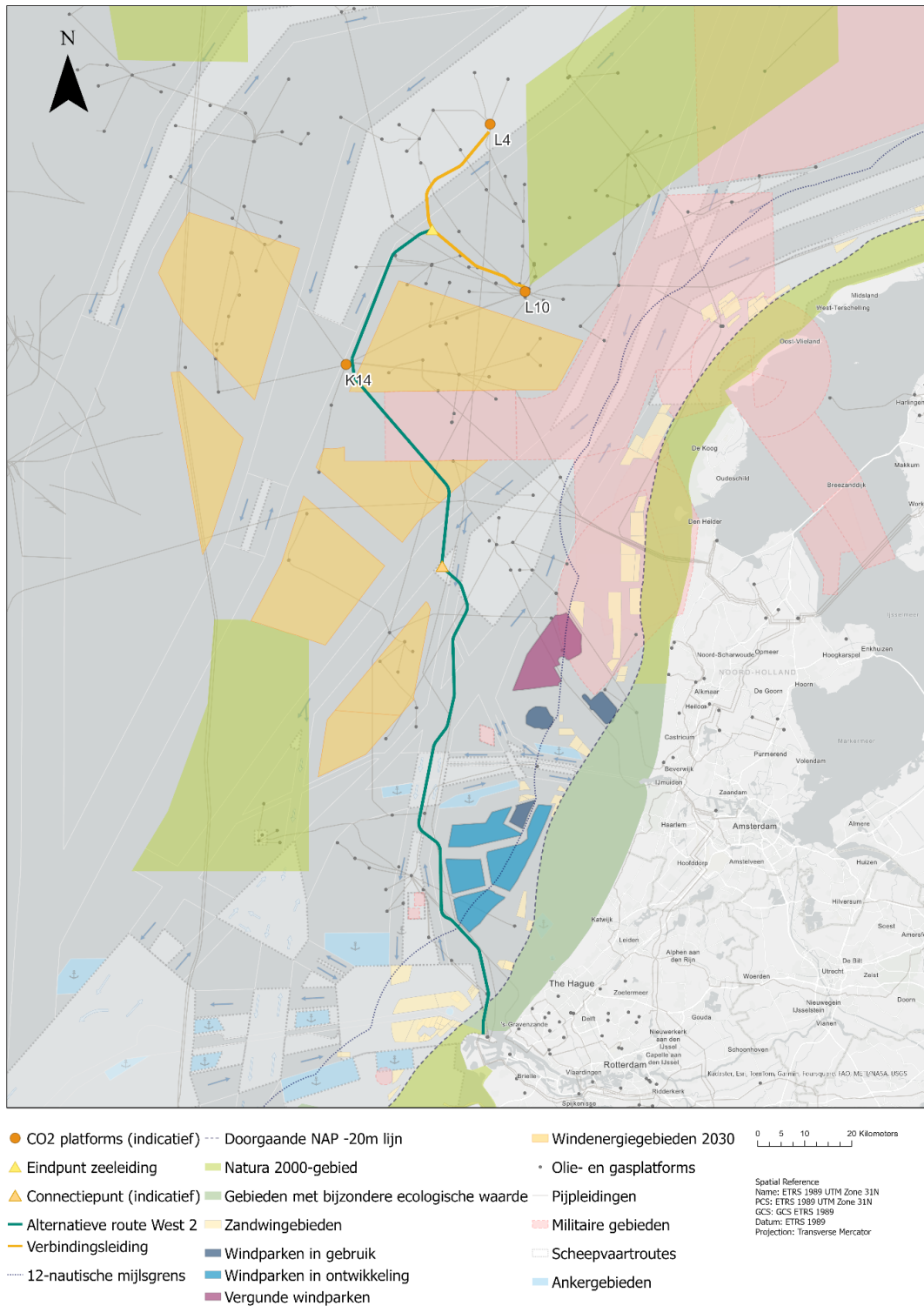
Naast het noordelijke eindpunt, komen er afhankelijk van het tracé connectiepunten op de zeeleiding, waar opslagpartijen hun verbindingsleidingen naar platforms kunnen aansluiten. Voor de connectiepunten komt een T-stuk op de zeeleiding. De connectiepunten liggen op de zeebodem. De locatie van de connectiepunten is bepaald op basis van de ligging van de platforms die in de huidige en verwachte toekomstige situatie willen aansluiten. Het gaat om een connectiepunt ter hoogte van Den Helder (geel

<sup>43</sup> Het eindpunt wordt in sommige kaarten en onderliggende studies aangeduid met de afkorting dHUB.

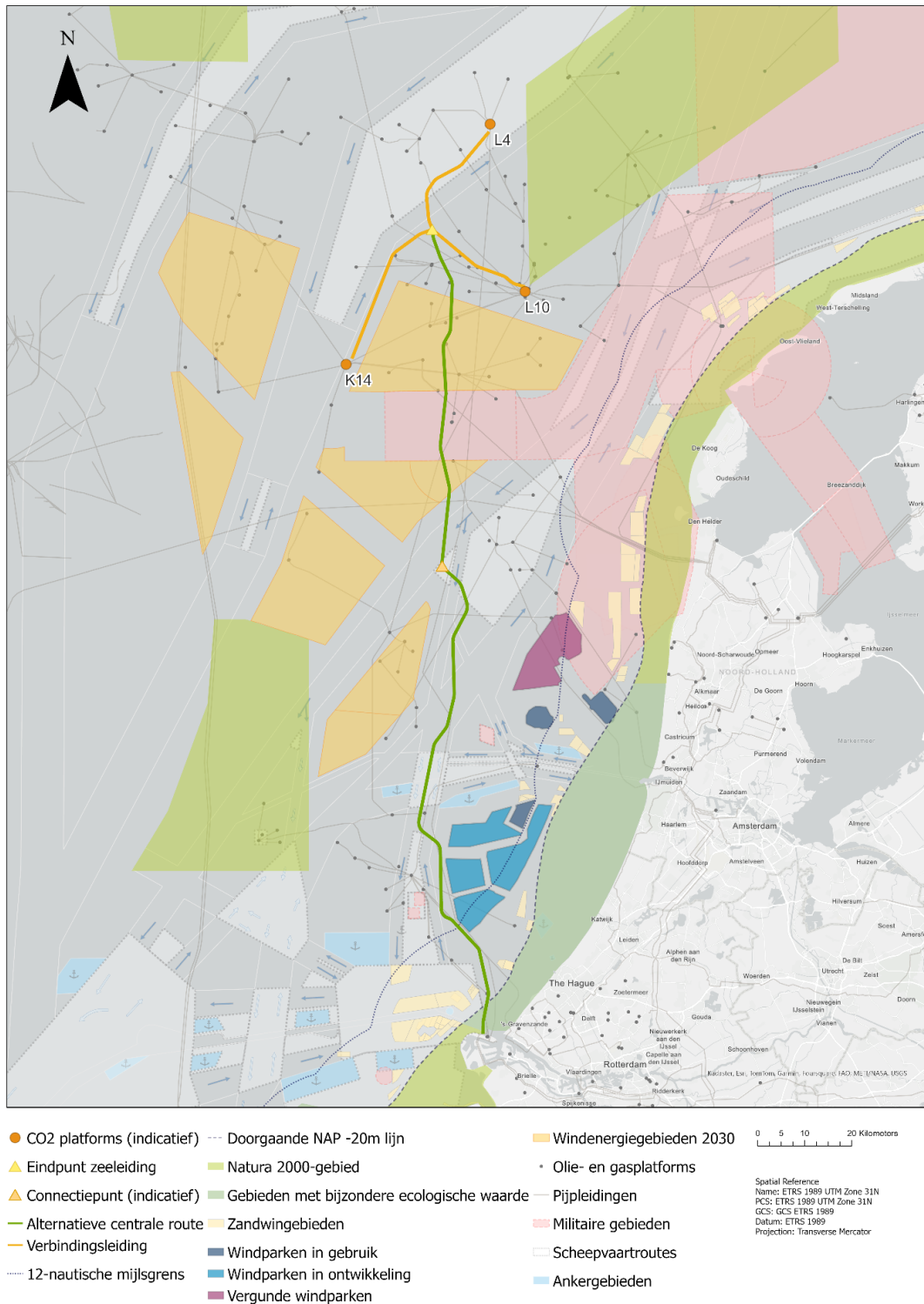
driehoekje in Figuur 3-7, Figuur 3-8, Figuur 3-9) en een extra connectiepunt ter hoogte van het bestaande platform K14FA in de westelijke tracéalternatieven.



Figuur 3-7: Tracé alternatief West 1 zeeleiding op zee.



Figuur 3-8: Tracé alternatief West 2 zeeleiding op zee (voorgenomen activiteit).



Figuur 3-9: Tracé alternatief centrale route zeeleiding op zee.



### 3.3.6 Platforms met verbindingleidingen

Er wordt in het MER uitgegaan van de nu te voorziene platforms en reservoirs van de initiatiefnemers Shell en TotalEnergies, en Neptune Energy. De beschrijving en studie is zodanig dat hiermee ook zicht komt op eventuele effecten van toekomstig gebruik van andere platforms en reservoirs.

#### **Hergebruik bestaande putten of nieuwe putten**

Er is onderzoek gedaan naar de geschiktheid van de bestaande gaswinputten van de opslagpartijen als injectieputten. Er worden extra eisen gesteld aan de putten, omdat CO<sub>2</sub> injectie zorgt voor lagere temperaturen in de put en er een andere gassamenstelling is dan bij aardgaswinning. Bestaande gaswinputten kunnen worden omgebouwd tot CO<sub>2</sub>-injectieputten als ze geschikt zijn voor CO<sub>2</sub> injectie. Tijdens de aanpassingen wordt de juiste putafwerking voor CO<sub>2</sub> injectie geïnstalleerd. Als de putten kunnen worden hergebruikt, kan ook het platform worden aangepast voor CO<sub>2</sub>-injectie en normaal onbemande operatie. Dat houdt in dat alle elementen die specifiek zijn voor gasproductie en bemande operatie worden verwijderd en nieuwe elementen voor CO<sub>2</sub> injectie worden aangebracht.

Als de gaswinputten uit oogpunt van veiligheid, betrouwbaarheid en/of kosten niet herbruikbaar zijn, wordt meestal gekozen om een nieuw platform op te richten waarvandaan nieuwe putten worden geboord. Alle gaswinputten die niet hergebruikt worden, worden voor aanvang van CO<sub>2</sub> injectie afgesloten. Platforms die geen functie meer hebben worden verwijderd, tenzij er een herbestemming voor wordt gevonden.

#### **Platforms**

De opslagpartijen hebben vanuit het oogpunt van veiligheid, betrouwbaarheid en kosten een eigen afweging gemaakt over hergebruik van platforms en putten of de oprichting van nieuwe platforms en putten. Voor de doorvoer en injectie van CO<sub>2</sub> maakt TotalEnergies haar bestaande platform L4-A en putten geschikt voor hergebruik. Er worden vier bestaande putten hergebruikt voor CO<sub>2</sub> injectie en er worden tenminste twee nieuwe injectieputten geboord. In de NRD werd ook nog gesproken over opslag vanaf platform K6-C. Deze optie is voor de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie vervallen.

Shell en Neptune Energy hebben de intentie om een nieuw platform aan te leggen en hierbij gebruik te maken van nieuw geboorde putten in de opslagreservoirs. Shell heeft het voornemen een nieuw platform en vier nieuwe putten te ontwikkelen nabij het bestaande platform K14FA. Het bestaande platform wordt ontmanteld en de bestaande putten afgesloten. Neptune Energy gaat een nieuw platform ontwikkelen en de gasproductie op de bestaande platforms L10-AD, L10-B, L10-E en L10-L uit het gasveld L10-ALBE stoppen. Er worden vijf nieuwe injectieputten geboord op het nieuwe platform.

#### **Verbindingsleidingen**

Voor ieder platform geldt dat er een verbindingleiding naar het eindpunt of connectiepunten van de zeeleiding wordt aangelegd. Deze verbindingleiding wordt op het platform aangesloten op een zogenaamde riser (stijgpip). Vanaf de riser wordt de CO<sub>2</sub> op het platform naar de putten geleid. Hierbij is apparatuur aanwezig voor monitoring en voor het verdelen van de CO<sub>2</sub> over de verschillende putten.

## 3.4 Beschrijving opslag

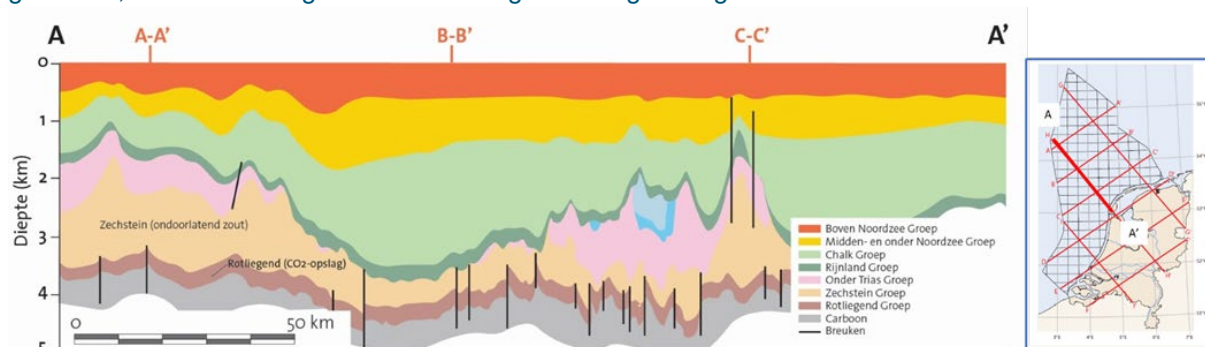
De ondergrondse opslag valt buiten de scope van het Aramis initiatief. Voor de ondergrondse opslag is een CO<sub>2</sub>-opslagvergunning vereist, die door de opslagpartijen zelf wordt aangevraagd. Het MER richt zich op milieueffecten en dat betreft effecten in de biosfeer, grofweg tot 500 meter diepte. Wat op grotere diepte gebeurt, valt niet onder de milieuwetgeving omdat hier geen milieutoets kan worden uitgevoerd.

In het kader van het MER is het echter wel wenselijk om de gevolgen van CO<sub>2</sub>-opslag in reservoirs te duiden, omdat 'gebeurtenissen' in de ondergrond activiteiten in de bovengrond kunnen beïnvloeden, waardoor de fysieke leefomgeving negatief beïnvloed kan worden. Daarvoor is een specifieke methodologie ontwikkeld, die in meerdere mer-procedures is toegepast en getoetst. De basis hiervan is het AMESCO-rapport.

### Toelichting opslagreservoirs

De diepe ondergrond in Nederland wordt al ruim 50 jaar gebruikt om olie en gas te winnen, zowel onder land als onder zee. In de loop van de jaren zijn de verschillende aardlagen in de diepe ondergrond door middel van seismisch onderzoek in beeld gebracht. Met behulp van deze informatie zijn modellen gemaakt om olie en gas te vinden en om de productie te optimaliseren. Met deze informatie, modellen en kennis van de diepe ondergrond is nu in beeld gebracht welke reservoirs gebruikt kunnen worden voor de opslag van CO<sub>2</sub>.

De Nederlandse ondergrond is opgebouwd uit een opeenstapeling van gesteentelagen die in de loop van miljoenen jaren zijn afgezet. De diepere gesteentelagen zijn verschoven, met breukzones. Zo kan de Nederlandse ondergrond worden gezien als een berglandschap dat helemaal is opgevuld met latere afzettingen. In Figuur 3-10 is een illustratieve noordoost-zuidwest dwarsdoorsnede van de diepe ondergrond onder de Noordzee gegeven. In de diepere, verschoven lagen, zijn afgebakende blokken waarin zich in de loop van miljoenen jaren gas heeft opgehoopt. Het gas is gevormd in dieper gelegen lagen en geleidelijk aan naar boven gemigreerd, tot het onder een ondoordringbare laag terecht is gekomen, en daar is het gebleven. Tot de gaswinning werd gestart.



Figuur 3.10: Illustratieve dwarsdoorsnede van de geologische opbouw van de diepe ondergrond onder de Noordzee. Noordoost-Zuidwest dwarsdoorsnede van de Nederlandse Continentale plaat nabij de K- en L-blokken (na Duin et al, 2006)

De leeg geproduceerde gasvelden L04-A, K14-FA en L10-ALBE van Total Energies, Shell en Neptune Energy die nu als opslagreservoirs voor het Aramis initiatief worden voorzien, liggen op meer dan 3 kilometer diepte onder de Noordzee. De opslagreservoirs liggen in de geologische formaties de Silverpitformatie en de Formatie van Slochteren uit de Boven Rotliegend Groep. Dat is een gesteentelaag die zo'n 280 miljoen jaar geleden is afgezet in het Perm tijdperk. Het inmiddels grotendeels gewonnen aardgas bevond zich in de poriën van het zandsteen. De porositeit van deze formaties vormt de ruimte waarin CO<sub>2</sub> kan worden opgeslagen.

De kleistenen van Ten Boer en Silverpit Formatie en de steenzoutlagen van de Zechstein Formatie vormen de afsluitende bovenlagen, dankzij de ondoorlatende eigenschappen van deze afzettingen. Boven de afsluitende gesteenten bevinden zich afzettingen uit het Trias, Jura, Krijt en Tertiair. Dit zijn afwisselingen van kleisteenpakketten, zandsteen en kalklagen tot aan de zeebodem. Het dikke gesteentepakket boven de gasreservoirs zorgt voor een enorme druk, waardoor het ingesloten aardgas miljoenen jaren onder hoge druk hermetisch afgesloten heeft gezeten. Vanaf de start van de gaswinning in de jaren zeventig is de druk in de reservoirs geleidelijk afgenomen. Door de injectie van CO<sub>2</sub> gaat de druk weer toenemen.

De geologische eigenschappen van de leeg geproduceerde gasvelden L04-A, K14-FA en L10-ALBE, zijn geschikt voor de opslag van CO<sub>2</sub>. Ze hebben naar verwachting een goede injectiviteit en voldoende opslagcapaciteit. De gasvelden zijn goed afgesloten waardoor geen CO<sub>2</sub> kan ontsnappen naar buiten het opslagcomplex.

#### **CO<sub>2</sub> opslagcapaciteit**

De CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit van het leeg geproduceerde gasveld L04-A wordt geschat op 34 miljoen ton CO<sub>2</sub>. Er wordt van uitgegaan dat jaarlijks circa 2,5 tot 3 miljoen ton CO<sub>2</sub> kan worden opgeslagen in dit opslagreservoir in de startsituatie en de eerste uitbreidingssituatie.

De CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit van het leeg geproduceerde gasveld K14-FA wordt geschat op 34 tot 43 miljoen ton CO<sub>2</sub>. Er wordt uitgegaan van een totale gemiddelde injectiecapaciteit van 2,5 miljoen ton per jaar.

De maximale CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit van het leeg geproduceerde gasveld L10-ALBE wordt geschat op ongeveer 96 miljoen ton CO<sub>2</sub>. Er wordt van uitgegaan dat jaarlijks circa 5 miljoen ton CO<sub>2</sub> kan worden opgeslagen in dit opslagreservoir in de eerste uitbreidingssituatie.

### **3.5 Overzicht alternatieven en varianten**

In paragraaf 3.1 is beschreven hoe de keuzes van het Aramis initiatief op de hoofdlijnen zijn gemaakt. Binnen deze hoofdkeuzes zijn nog meerdere uitwerkingsopties waaruit moet worden gekozen. Deze opties worden in het MER getoetst als alternatieven en varianten. Ze zijn al benoemd in de beschrijving van de onderdelen van het Aramis initiatief. In deze paragraaf zijn ze expliciet als in het MER te toetsen alternatieven en varianten benoemd.

Bij de nadere uitwerking van alternatieven en varianten is, na de publicatie van de NRD, gebleken dat sommige opties niet goed uitvoerbaar zijn. Dat betreft specifiek:

- De ligging van het landdeel van de zeeleiding in de leidingstrook. De leiding moet de Porthos leiding in de leidingstrook kruisen. Daarvoor zijn in de NRD twee opties benoemd, bovenlangs of onderlangs. Inmiddels is gebleken dat bovenlangs niet mogelijk is, zodat nu alleen de kruising onderlangs is onderzocht.
- De mogelijke locaties voor de terminal bevinden zich op het terrein van MOT en GATE. De optie op het GATE terrein is in overleg met GATE veranderd, in verband met mogelijke ontwikkelingen bij GATE zelf. Het gevolg hiervan is dat in het MER onderzoek is gedaan naar de GATE Tank 5 locatie, ten oosten van de Yukon haven, in plaats van de locatie ten westen van de Yukonhaven.

#### **Alternatieven en varianten geven de te maken keuzes weer**

Het MER geeft een overzicht van de mogelijke keuzes en de consequenties van de keuzes. In de besluitvorming over en de uitwerking van het Aramis initiatief zijn nog keuzes te maken over de locatie van de terminal, de wijze waarop en de locatie van de kruising van de zeeleiding en de Maasgeul, de route van de zeeleiding, het type eindpunt op zee en technische varianten voor de tanks, de warmte uitwisseling en de koelwaterverwerking. De verschillende opties zijn ondergebracht in alternatieven (Tabel 3-4) en varianten (Tabel 3-5). De keuze voor de realisatie wordt niet gemaakt in het MER. Wel is in het MER aangegeven wat de voorgenomen activiteit van de initiatiefnemer is. De alternatieven en varianten zijn gelijkwaardig in beeld gebracht en getoetst, zodat het MER een zo objectief mogelijke vergelijking biedt tussen de mogelijke alternatieven en varianten.

Tabel 3-4: Alternatieven

Ketenonderdeel	Voorgenomen activiteit	Alternatieven
Locatie van de terminal	Op het MOT-terrein, ten zuidoosten van de meest oostelijke opslag tanks voor aardolie	Op het GATE Tank 5 terrein ten noordoosten van de Yukonhaven (deze is gekomen in plaats van het GATE terminal terrein, zoals genoemd in de NRD)
Kruising Maasgeul	Microtunnel vanaf Haaievin bij Edisonbaai	Direct pipe-techniek nabij de kruising met de Porthos-zeeleiding
Tracé van de zeeleiding	Westelijke route 2 langs K14-platform	Westelijke route 1
		Centrale route

Tabel 3-5: Varianten

Ketenonderdeel	Voorgenomen activiteit	Varianten
Opslag tanks terminal	Bolvormig (Spheres)	Langwerpig (Bullets)
Koelwaterverwerking	Aansluiting koelwatersysteem op het GATE warmwatersysteem	Directe koelwaterlozing via de Yukonhaven op het Yangtzekanaal
Type eindpunt op zee	Platform installatie als eindpunt	Eindpunt op de zeebodem

### 3.5.1 Alternatieven

In het MER zijn drie ruimtelijke alternatieven onderzocht, die betrekking hebben op de locatie van de CO2next terminal, de kruising van de zeeleiding en Maasgeul en op de route van de zeeleiding.

#### Alternatieve locaties CO2next

De voorgenomen activiteit van CO2next maakt gebruik van de steigers in het Yangtzekanaal en het gebied aan de oostzijde bij MOT. Het alternatief wordt gevormd door de locatie op het GATE terminalterrein ten oosten van de Yukonhaven met de opslag tanks nabij de Porthos compressorlocatie.

#### Alternatieve kruisingen zeeleiding / Maasgeul

De voorgenomen activiteit is de kruising van zeeleiding en de Maasgeul vanaf de locatie naast de Edisonbaai, met behulp van een microtunnel. Als alternatief is het gebruik van een direct pipe boring onderzocht, die nabij de Porthos zeeleiding de zeeleiding kruist en vervolgens in een sleuf door de Maasgeul wordt gelegd.

#### Alternatieve routes voor de zeeleiding

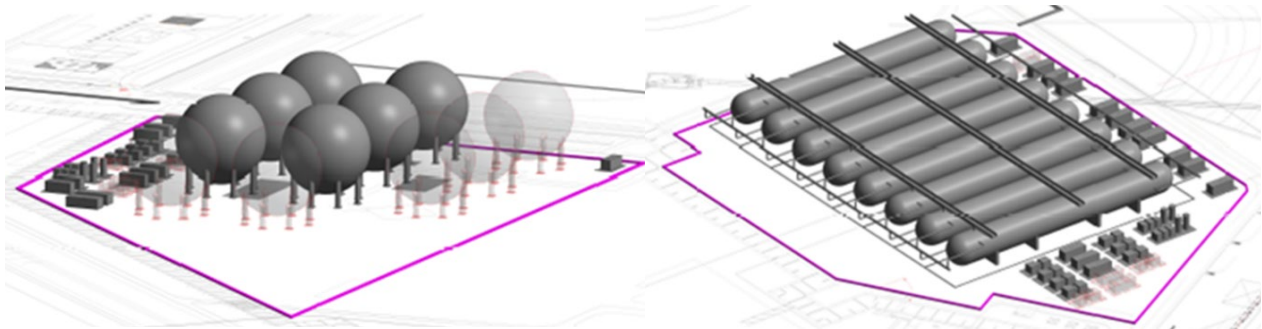
Voor de zeeleiding zijn er in het noordelijk deel drie alternatieve routes. De voorgenomen activiteit bestaat uit de route West 2 langs het K14 platform van Shell en vervolgens verder naar het noorden naar een centraal eindpunt op de Noordzee. Als alternatief is er een route die na het platform K14 al wat eerder afbuigt en een centrale route.

### 3.5.2 Varianten

Naast de alternatieven zijn er binnen de voorgenomen activiteit en de genoemde alternatieven verschillende varianten gedefinieerd. Een variant is een kleinschaliger aanpassing dan een alternatief.

#### Varianten opslag tanks

Er zijn twee typen opslag tanks voor de terminal onderzocht: bolvormige tanks (van het type Horton Spheres) en langwerpige tanks (bullets) (zie Figuur 3-10).



*Bolvormige tanks (spheres)*

*Langwerpige tanks (bullets)*

*Figuur 3-10: Schematisatie van bolvormige en cilindrische tanks.*

De voorgenomen activiteit gaat uit van bolvormige tanks. De boltechnologie bestaat uit een enkelwandige bolvormige tank met externe isolatie aan de buitenkant van de bol. De bruto inhoud van een bolvormige tank is 8.000 m<sup>3</sup>. De langwerpige opslagtanks in de variant hebben bij maximale omvang een capaciteit van ongeveer 6.000 m<sup>3</sup>. De maximale opslagcapaciteit van de langwerpige opslagtank is dus kleiner dan bij bolvormige opslagtanks, met als gevolg dat er meer geplaatst moeten worden voor dezelfde capaciteit. Voor een opslagcapaciteit van 80.000 m<sup>3</sup> zijn dan 13 of 14 tanks nodig. Het ruimtebeslag hiervan is groter dan het ruimtebeslag van 10 bolvormige opslagtanks.

### **Varianten koelwaterverwerking**

Na het gebruiken van het koelwater om de CO<sub>2</sub> stroom uit de CO<sub>2</sub>next terminal op hogere temperatuur te brengen, moet het koelwater worden verwerkt. Er zijn twee varianten voor de koelwaterverwerking onderzocht.

Het koelwater van de compressoren van zowel het Aramis initiatief als het Porthos project wordt in de voorgenomen activiteit afgevoerd naar GATE waar het wordt hergebruikt in het warmwatersysteem van de LNG-terminal.

Als variant kan er een directe lozing van koelwater plaatsvinden, waarbij het koelwater direct op het Yangtzekanaal wordt geloosd. Hiervoor wordt een koelwaterafvoerleiding vanaf het compressorstation naar de Yukonhaven aangelegd.

### **Varianten voor het eindpunt van de zeeleiding**

Er zijn twee varianten voor het eindpunt van de zeeleiding onderzocht. Het gaat om een ruimtelijke afweging tussen de typen eindpunt in het kader van de plan-mer, waarvan de voorkeurslocatie wordt vastgelegd in het projectbesluit. De technische aspecten van het eindpunt zijn voor de project-mer beoordeeld.

In de voorgenomen activiteit komt het eindpunt op een nieuw distributieplatform. Vanaf de zeebodem komt de zeeleiding via een zogenaamde riser aan op het nieuwe distributieplatform. Een riser is een leiding bedoeld voor verticaal transport. Aan de bovenkant van de riser komt de pig-ontvangstinrichting. Op het platform kan ook een decompressiepunt komen.

Als variant is een eindpunt op de zeebodem onderzocht. In dit geval kunnen er geen pig-inrichting en decompressiepunt op het eindpunt komen. De pig-inrichting komt dan op een van de platforms of wordt periodiek met duikers op het eindpunt gezet. Het decompressiepunt moet dan op de wal komen, maar dat is lastig inpasbaar.

In de NRD werd nog een derde variant voor het eindpunt genoemd, namelijk de mogelijkheid om het eindpunt op platform L4-A te plaatsen. Dit is technisch niet haalbaar en daarom is deze variant komen te vervallen.

### **Varianten voor fundering platform**

De bij Aramis betrokken partijen hebben onderzoek gedaan naar mogelijke geluidsarme varianten voor het plaatsen van de platforms (in het bijzonder met betrekking tot de funderingstechnieken) en varianten om vertroebeling te beperken bij de werkzaamheden op zee. Er is een inventarisatie uitgevoerd van de verschillende funderingstechnieken en uitvoeringsmethoden. Hieruit is geen alternatieve werkwijze naar voren gekomen die inzetbaar is in het Aramis initiatief. In het MER is daarom uitgegaan van een standaard werkwijze. Hierop zijn de milieueffecten bepaald. Naar aanleiding van het onderwatergeluid dat bij die standaard werkwijze wordt geproduceerd, zijn mitigerende maatregelen voorgesteld om de effecten voor mariene ecologie te beperken. In de nadere technische uitwerking wordt gekeken of er minder belastende technieken mogelijk zijn om toe te passen, zodat de in het MER voorgestelde mitigerende maatregelen niet nodig zijn.

## **3.6 Toekomstige uitbreidingen**

In het MER is de startsituatie en eerste uitbreidingsituatie getoetst. De aanleg voor de startsituatie en eerste uitbreidingsituatie kan al gelijktijdig plaatsvinden. Daarmee wordt al ingespeeld op uitbreiding van leveranciers van CO<sub>2</sub> en opslagmogelijkheden.

Het Aramis initiatief is zo ontworpen dat het de mogelijkheid biedt tot verdere uitbreiding. In Hoofdstuk 6 zijn de uitbreidingsmogelijkheden beschreven met daarbij aangegeven welke milieueffecten daarbij verwacht kunnen worden. De verdere uitbreiding na de eerste uitbreiding wordt echter niet getoetst in het MER. Voor de eindsituatie worden te zijner tijd waar nodig vergunningen aangevraagd en eventuele mer-(beoordelings)-procedure doorlopen, en het projectbesluit wordt aangepast voor ruimtelijke keuzes.

Bij het ontwerp van het Aramis initiatief is rekening gehouden met verdere uitbreiding tot de verwerking van 22 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar. De zeeleiding is hierop al voorzien door connectiepunten en een distributiepunt op het eindpunt. Ook de overige faciliteiten zijn of uit te breiden (terminal en compressorstation) of aan te koppelen (toevoerleidingen op land en verbindingsleidingen naar nieuwe platforms). Zoals gezegd is de eindsituatie van 22 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar geen onderdeel van de vergunningaanvragen. Wel worden de milieugevolgen in het MER globaal beschreven in een doorkijk om te verkennen of zich onacceptabele milieugevolgen kunnen voordoen.

Bij het ontwerp is ook rekening gehouden met ontwikkelingen in de omgeving. Het is van belang dat de ruimtelijke en technische keuzes zo gemaakt zijn, dat toekomstige ontwikkelingen hierdoor niet onnodig belemmerd of onmogelijk worden gemaakt. Paragraaf 6.3 gaat hier specifiek op in.

## 4 Aanpak milieueffectonderzoek

De kern van het MER is het onderzoek naar de milieueffecten van het voornemen. In het MER zijn de milieueffecten van het Aramis initiatief in beeld gebracht en beoordeeld. De effecten worden bepaald door de toekomstige situatie die ontstaat door het voornemen te vergelijken met de situatie die ontstaat zonder het voornemen, ook wel de referentiesituatie genoemd. Aan het verschil tussen die twee situaties, het effect, is een kwalitatief oordeel toegekend. De milieueffecten zijn onderzocht volgens de voorgestelde aanpak van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau, waarin onder meer het advies van de Commissie mer is opgenomen en de zienswijzen vanuit de omgeving. Dit hoofdstuk beschrijft de gevolgde methodiek.

### 4.1 Overkoepelende aanpak

#### Referentiesituatie

De referentiesituatie voor de effectbeoordeling is de toekomstige situatie zonder het Aramis initiatief. Deze bestaat uit de huidige milieusituatie in de omgeving van het voornemen met daarbij (de milieugevolgen van) toekomstige autonome ontwikkelingen. Voor het Aramis initiatief relevante autonome ontwikkelingen zijn:

- Ontwikkeling van het Porthos project.
- Windparken op zee, kabels en leidingen.
- Beëindigen aardgasproductie opslagvelden.

#### Onderscheid effecten van het Aramis initiatief en overige effecten

In de inleidende hoofdstukken van dit MER is toegelicht dat het Aramis initiatief bestaat uit een open CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur waarop diverse toekomstige aansluitingen mogelijk zijn. Van de gehele CCS-keten wordt de besluitvorming voorbereid van het Aramis initiatief. Het MER is primair gericht op deze onderdelen. Dit zijn de effecten binnen de scope van het Aramis initiatief. Deze milieueffecten zijn in Hoofdstuk 5 beoordeeld.

Het gaat om de volgende activiteiten:

- De realisatie, het gebruik en de latere ontmanteling van de terminal op de Maasvlakte met kade, opslagtanks en hogedrukpompen, voor CO<sub>2</sub> aangevoerd per schip.
- De uitbreiding, het gebruik en de latere ontmanteling van het compressorstation op de Maasvlakte om CO<sub>2</sub> op druk te krijgen voor het transport door de zeeleiding.
- De realisatie, het gebruik en de latere ontmanteling van de zeeleiding naar platforms op de Noordzee.
- De realisatie of aanpassing, het gebruik en uiteindelijke ontmanteling van de platforms met leidingen naar leeg geproduceerde gasvelden in de diepe ondergrond van de Noordzee.

Omdat het Aramis initiatief in sterke mate samenhangt met andere delen van de integrale CCS keten, zijn voor zover mogelijk ook de effecten van die andere onderdelen beschouwd. Er ontstaat daarmee een totaalbeeld van de effecten van de hele CCS-keten. In Hoofdstuk 6 van dit MER zijn de mogelijke milieugevolgen van deze onderdelen buiten de scope van het Aramis initiatief in beeld gebracht.

Voor deze onderdelen zijn het MER en de onderzoeken niet voldoende voor vergunningaanvragen. Het gaat om de effecten van:

- CO<sub>2</sub>-afvang bij industrie en op- en overslag naar transport op diverse locaties.
- CO<sub>2</sub>-transport naar Maasvlakte/ Rotterdam door de landleiding en per binnenvaart.
- Opslag in de diepe ondergrond.
- Toekomstige uitbreiding van de faciliteiten op het verzamelpunt.
- Andere toekomstige opslaglocaties (platforms, injectieputten en verbindingsleidingen).

### Effecten in verschillende situaties en fasen

De milieueffecten zijn geclusterd beschreven per onderdeel van het Aramis initiatief. Hiervoor is gekozen omdat zowel beleid en regelgeving als de te verwachten milieueffecten voor de genoemde onderdelen sterk kunnen verschillen.

In het MER zijn de startsituatie van het Aramis initiatief en de eerste uitbreidingssituatie beschreven. Het MER gaat in op de effecten die optreden als gevolg van de aanlegactiviteiten van de verschillende onderdelen, de effecten die optreden tijdens de exploitatie van de verschillende onderdelen, en de effecten van uiteindelijke ontmanteling van de onderdelen. Ook gaat het MER in op mogelijke niet reguliere situaties (incidenten) en de risico's die daarbij optreden.

### Projectgebied en studiegebied

Het gebied waarbinnen de activiteiten van het Aramis initiatief plaatsvinden, is het projectgebied. Dit gebied is geografisch goed af te bakenen door de activiteiten waar het voornemen uit bestaat.

Het studiegebied waarbinnen de mogelijke effecten worden onderzocht, omvat een veel groter gebied omdat effecten op afstand van de voorgenomen activiteiten kunnen optreden. De omvang van het studiegebied verschilt per thema en is in het deelrapport Milieueffecten per thema uitgewerkt.

### Werkwijze

Voor het beschrijven van de effecten is de volgende werkwijze gehanteerd:

- De effecten zijn getoetst aan wet- en regelgeving. Als er voor een thema geen specifieke regels of kwantificeerbare toetsingscriteria van toepassing zijn, is getoetst op basis van een deskundigen oordeel.
- Bij de beschrijving van de effecten is, daar waar dit aan de orde is, onderscheid gemaakt tussen tijdelijk optredende effecten en permanente effecten.
- De effectbeschrijving vindt plaats op basis van bestaande en beschikbare gegevens.
- Eerst heeft een beoordeling zonder mitigerende maatregelen plaatsgevonden. Als er negatieve effecten zijn geconstateerd zijn mitigerende maatregelen onderzocht. De beoordeling is daarna nog eens gedaan zodat het uiteindelijke milieugevolg en de invloed van mitigatie duidelijk wordt.
- Er is gekeken of er bij de thema's een risico op cumulatie van effecten speelt met andere ontwikkelingen die tegelijkertijd plaatsvinden.
- Daar waar sprake is van onzekerheden met betrekking tot de te verwachten effecten is een conservatieve benadering toegepast en zijn de leemten in kennis en informatie aangegeven.



## 4.2 Beoordelingskader

De effectbeschrijving is gegroepeerd naar de thema's: bodem, water, lucht, geluid, veiligheid, gezondheid, natuur, archeologie, visuele aspecten, verkeer, energie en afval. Sommige thema's zijn verdeeld in aspecten, zoals onderwatergeluid, beschermde en kwetsbare soorten en bodemverontreiniging. Het totaal aan thema's en aspecten en de wijze waarop de verschillende effecten worden uitgedrukt vormt het beoordelingskader, ook wel de MER-matrix genoemd. Deze MER-matrix staat in Tabel 4-1. In de kolom projectonderdeel is met de grijze kleur aangegeven op welk onderdeel het aspect betrekking heeft.

Tabel 4-1. Beoordelingskader, overzicht milieuthema's en aspecten (grijs betekent dat het aspect relevant is voor dat onderdeel).

Thema	Aspect	Beschrijving	Projectonderdeel					
			Terminal	Compressor station	Zeeleiding (land)	Kruising Maasgeul	Zeeleiding (zee)	Platforms, hub en verbindingleiding
Bodem	Verontreiniging	Vergraven van verontreinigde bodems, veroorzaken bodemverontreinigingen						
	Bodemeroering	Veranderen van het bodemreliëf en verstoring van de bodemopbouw						
	Temperatuur	Veranderen van de temperatuur van de bovenste lagen van de zeebodem						
Water	Grondwater	Bemaling grondwater						
	Oppervlaktewater	Lozing oppervlaktewater						
	Zeewater	Aantasting mariene leefmilieu						
Luchtkwaliteit	Emissies	Emissies fijnstof en NOx						
	Geurhinder	Hinder door geurbronnen						
Geluid	Geluidshinder	Hinder door motoren en heien						
	Onderwatergeluid	Verstoring mariene ecologie						
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	QRA-Plaatsgebonden risico						
		QRA-Groepsrisico						
	Nautische veiligheid	Aanvaring						
Gezondheid	Effecten van geluid, geur en luchtemissies en omgevingsveiligheid	Effecten van geluid, geur en luchtemissies en omgevingsveiligheid						
Natuur	Beschermde gebieden	Effect op beschermde gebieden (Natura 2000/NNN-gebieden)						
	Beschermde soorten	Effect op beschermde soorten						

Thema	Aspect	Beschrijving	Projectonderdeel					
			Terminal	Compressor station	Zeeleiding (land)	Kruising Maasgeul	Zeeleiding (zee)	Platforms, hub en verbindingleiding
Archeologie	Archeologische waarden	Verstoring van het archeologisch bodemarchief						
	Explosieven	Aanwezigheid van niet gesprongen explosieven						
Visuele aspecten	Lichthinder	Hinder door lichtbronnen						
	Landschappelijke inpassing	Inpassing van projectonderdelen in het landschap						
Verkeer	Functies op land	Hinder door transport						
	Functies op zee	Hinder door transport						
Energie	Energieverbruik	Toename energieverbruik						
Afval	Gevaarlijk afval	Productie van gevaarlijk afval						
	Reststoffen	Verwerking van reststoffen						
Hinder	Overige gebruiksfuncties op zee	Hinder en/of ruimtebeslag visserij, oppervlakedelfstoffen, mijnbouw, baggerstortlocaties, kabels en leidingen, militaire activiteiten, windparken op zee, recreatie						

### 4.3 Beoordelingsmethodiek

Voor de beoordeling van de effecten zijn maatlatten gebruikt. Daarbij is een zeven-puntschaal gehanteerd waarbij de waardering van de effecten kan variëren van zeer positief (+++) tot zeer negatief (- - -). Om de effecten te visualiseren is aan de waardering een kleur gekoppeld volgens de onderstaande maatlat.

Tabel 4-2. Classificatie effectbeoordeling

	Beoordelingscriterium
+++	Sterk positief effect, groot van omvang en zodanig dat een overschrijding van normen wordt opgeheven
++	Positief effect vrij groot of in een kritisch gebied
+	Licht positief effect, relatief beperkt, tijdelijk of lokaal
0	Neutraal, geen of geen noemenswaardig effect
-	Licht negatief effect, relatief beperkt, tijdelijk of lokaal
--	Negatief, relatief groot effect of in een kritische periode of gebied, of milieueffect dat niet aan voorkeurswaarden/beleid voldoet. Hiervoor worden mitigatiemaatregelen onderzocht
---	Zeer negatief effect, zodanig dat milieueffect buiten de uiterste normen van regelgeving valt. Zonder effectieve mitigatie is uitvoering niet mogelijk
N.v.t.	Niet van toepassing

Als het effect van een alternatief of variant met een 0 wordt beoordeeld, dan heeft het alternatief of de variant geen invloed op het aspect. Als het effect met een + of – beoordeeld wordt, dan heeft het alternatief of de variant een meetbaar effect op het aspect, maar het effect is tijdelijk van aard of zeer lokaal. Het effect is dan zo gering dat het niet leidt tot een relevante verbetering respectievelijk verslechtering van de huidige situatie.

Wordt een alternatief of variant met een ++ beoordeeld, dan vindt er als gevolg van het alternatief of de variant een duidelijke verbetering plaats ten opzichte van de referentiesituatie. Als het effect met een - - wordt beoordeeld, dan heeft het alternatief of de variant een duidelijk negatief effect en dienen mitigerende maatregelen te worden onderzocht om het negatieve effect te beperken.

Wordt een alternatief of variant met +++ beoordeeld, dan heeft de voorgenomen activiteit zo een positief effect op de omgeving dat er sprake is van grote toegevoegde waarde. Als het effect met een - - - wordt beoordeeld, dan valt het effect buiten de wettelijke kaders, de ontwikkeling is dan niet mogelijk, of er dienen mitigerende maatregelen te worden onderzocht om het negatieve effect passend binnen het wettelijk kader te maken.

## 5 Milieugevolgen Aramis initiatief

Dit hoofdstuk begint met een korte beschrijving van de algemene karakteristiek en de belangrijkste waarden en ontwikkelingen in het projectgebied. Voor een beschrijving van de referentiesituatie per milieuthema wordt verwezen naar het deelrapport Milieueffecten.

Na de beschrijving van de bestaande waarden zijn de belangrijkste milieueffecten van de onderdelen van het Aramis initiatief samengevat. De effecten zijn beschreven en beoordeeld voor de aanlegwerkzaamheden, de gebruiksfase en de afsluitfase. De onderbouwing van de effecten en effectbeoordelingen is per thema uitgewerkt in het deelrapport Milieueffecten. Vervolgens is de stikstofdepositie als gevolg van het hele Aramis initiatief beschreven en de cumulatie met andere ontwikkelingen die gelijktijdig optreden. Tenslotte zijn de effecten van onvoorziene situaties uitgewerkt.

### 5.1 Referentiesituatie

#### Karakterisering projectgebied

Voor het MER is het van belang een beeld te hebben van het projectgebied inclusief de kwetsbare gebieden en de huidige gebruiksfuncties. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt in het landdeel en het zeedeel van het project en de autonome ontwikkelingen. In deze paragraaf zijn de hoofdlijnen van de referentiesituatie gegeven. In het deelrapport Milieueffecten is voor elk aspect dieper ingegaan op de huidige situatie en autonome ontwikkelingen.

#### Landdeel

De Maasvlakte is een groot industriegebied dat is aangelegd in de Maasmonding. De vlakte ligt direct aan de Noordzee, ze maakt deel uit van de Rotterdamse haven en behoort tot de gemeente Rotterdam. Het verzamelpunt is voorzien bij CO2next (deels op het terrein van Gate terminal en deels op het terrein van de Maasvlakte Olie Terminal (MOT)) en op het terrein van het geplande Porthos compressorstation.

Op land volgt het landdeel van de zeeleiding de daar gelegen leidingstrook, waarin onder andere twee aardgasleidingen (Gasunie), twee waterleidingen (Evides) en een elektriciteitskabel (Stedin) liggen en de Porthos-zeeleiding (CO<sub>2</sub>) is gepland. In westelijke richting loopt het tracé van de zeeleiding langs de kazerne van de Gezamenlijke Brandweer en het transformatorstation van TenneT. Langs het tracé staan enkele windturbines. Aan de westzijde van het intredepunt zijn windturbines door Eneco op de zeevering geplaatst.

Het maaiveldniveau van de Maasvlakte bevindt zich op circa 5 meter boven NAP. De Maasvlakte is ontstaan uit zee en opgehoogd met van zee aangevoerd ophoogzand. Aan de noordwestkust van de Maasvlakte bevindt zich een waterkering. Dit is geen primaire waterkering (ook wel zeevering genoemd), maar gezien de bescherming van de havenactiviteiten heeft Rijkswaterstaat aangegeven dat voor deze zeevering wel dezelfde regels gelden als voor een primaire waterkering. Er bevinden zich wegen en een (haven-)spoorweg in het projectgebied, die tijdens de aanlegfase en gebruiksfase in gebruik moeten blijven.

Op dit gedeelte van de Maasvlakte zijn geen kwetsbare natuurgebieden aangewezen. Er moet wel rekening worden gehouden met trekvogels die op de Maasvlakte en de kust voor de Maasvlakte foerageren. Het Natura-2000 gebied Voordelta grenst direct aan de Maasvlakte. Verder kunnen de beschermde soorten gladbiggenkruid en de rugstreeppad hier voorkomen.

### **Zeedeel**

Het zeedeel bevindt zich vanaf de Maasvlakte in voornamelijk noordwaartse richting. Direct voor de kust van de Maasvlakte bevindt zich de Maasgeul. Deze vaargeul is bestemd voor (zee-)schepen van en naar de Rotterdamse haven.

Voor de gehele zeebodem geldt dat er mogelijk archeologische waarden aangetroffen kunnen worden. Langs het tracé van de zeeleiding bevinden zich zandwingebieden, militaire oefenterreinen en in ontwikkeling zijnde windparken met de benodigde kabels om de windenergie op zee te ontsluiten. Het gebied wordt verder benut door de visserij en scheeps- en pleziervaart.

In en boven de Noordzee leven diverse diersoorten, zoals vogels, zeezoogdieren, vleermuizen, vissen, waarvan een aantal een beschermde status hebben. In de omgeving van de zeeleiding bevinden zich enkele Natura 2000-gebieden zoals de Voordelta, het Friese Front, de Noordzeekustzone, Klaverbank en Bruine Bank. Het transport van CO<sub>2</sub> per schip gaat mogelijk door diverse Natura 2000-gebieden.

De werkzaamheden voor de zeeleiding worden voor een deel binnen de begrenzing van en direct nabij het Natura 2000-gebied Voordelta uitgevoerd. Werkzaamheden aan de platforms worden voor een deel binnen de begrenzing van en direct nabij het Natura 2000-gebied Friese Front uitgevoerd.

### **Autonome ontwikkelingen**

Zowel op de Maasvlakte als op de Noordzee vinden de komende jaren ontwikkelingen plaats, waarmee Aramis rekening moet houden. Dit betreft autonome ontwikkelingen waarover al besluitvorming heeft plaatsgevonden, waarvan een deel gelijktijdig met Aramis worden ontwikkeld.

- Porthos project. Er wordt voor de ontwikkeling van Aramis uitgegaan dat de Porthos faciliteiten operationeel zijn.
- Windparken op zee, kabels en leidingen. Er moet rekening worden gehouden met de aanleg van nieuwe windparken op zee IJmuiden Ver Beta en Gamma en Nederwiek Beta. Bij de windparken horen ook de elektrische kabels van TenneT vanaf de nieuwe windparken naar de kust en een derde 2GW-verbinding. Deze kabels komen onder andere aan land op de Maasvlakte, waarvoor nieuwe installaties worden voorzien.
- Aardgaswinning. Voorafgaand aan de operationele fase van Aramis moeten de opslagpartijen de productie van aardgas vanuit de geplande opslagreservoirs stopzetten en de putten die niet gebruikt worden afsluiten. Er moet worden voorkomen dat gelijktijdig aardgaswinning en CO<sub>2</sub>-injectie plaatsvindt uit en in hetzelfde reservoir.

## **5.2 Effecten van de terminal**

De terminal wordt inclusief steigers en leidingen aangelegd op bestaand industrieterrein. Er is een alternatieve locatie en een variant voor de opslagtanks getoetst. De effectbeoordeling geldt voor de ruimtelijke afwegingen van de plan-mer en voor de project-mer. In de samenvattende Tabel 5-1 zijn alleen de niet-neutrale effecten weergegeven. Voor de negatieve effecten (- - en - - -) zijn mitigerende maatregelen onderzocht, waarna de effecten opnieuw zijn beoordeeld.

Tabel 5-1. Effectbeoordeling terminal (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord, mitigerende maatregelen zijn niet meegenomen in de scores in deze tabel)

Thema	Aspect	MOT locatie en bolvormige tanks		Alternatief Tank 5 locatie		Variant bullit tanks	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Bodem	Grondverzet	-	0	-	0	-	0
Water	Oppervlaktewater	-	0	-	0	-	0
Luchtkwaliteit	Emissies fijnstof en NOx	-	0	-	0	-	0
Geluid	Geluidshinder	-	--	-	--	-	--
	Onderwatergeluid	-	0	-	0	-	0
	Laagfrequent geluid	0	-	0	-	0	-
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	0	--	0	--	0	--
	Nautische veiligheid	-	-	-	-	-	-
Natuur	Gebiedsbescherming	--	--	--	--	--	--
	Beschermde en kwetsbare soorten	-	0	-	0	-	0
Afval	Reststoffen	-	0	-	0	-	0

### Aanlegfase

Bij de aanleg van de terminal worden nieuwe steigers geplaatst langs het Yangtzekanaal. Daarvoor wordt gebaggerd (licht negatief effect op milieuthema bodem en water) en geheid (licht negatief effect op milieuthema onderwatergeluid). Voor de bouw en installatie van de terminal en steigers wordt bouw materieel ingezet en vindt transport van materiaal plaats. Dit leidt tot luchtemissies en geluidstraling welke effecten als licht negatief zijn beoordeeld. De bouw leidt tot een stroom restafval die volgens voorgeschreven methoden wordt verwerkt.

De genoemde effecten, samen met het inrichten en bebouwen van het terrein, leiden vervolgens tot overwegend licht negatieve effecten op beschermde soorten. Het effect van de stikstofemissies van de aanleg van de terminal en de steigers op Natura 2000-gebieden is in cumulatie met de gehele keten bepaald (zie paragraaf 0 voor een verdere toelichting). Het effect op Natura 2000-gebieden door stikstofdepositie van de gehele Aramis-keten gezamenlijk is negatief gescoord; significant negatieve effecten zijn niet uitgesloten.

Daarnaast zijn vanwege de bouwwerkzaamheden op het water in lichte mate nautische risico's te verwachten. Er worden voorzorgsmaatregelen genomen om de invloed van het drijvend bouw materieel op passerende schepen te minimaliseren. Bijvoorbeeld gebruik van extra verankeringen of Jack up platformen op spudpalen en extra beschermende maatregelen, zoals boeien, sleepboot begeleiding of operationele beperkingen van de scheepvaart in overleg met de Havenautoriteit. Ook moeten de te bouwen constructies fysiek of operationeel beschermd worden tegen aanvaring.

### Gebruiksfase

Op de Maasvlakte geldt een geluid verkavelingssysteem voor de bedrijven die daar gevestigd zijn. Dat betekent, dat elk bedrijf (elke "kavel") een bepaalde hoeveelheid geluid mag produceren (het geluidplafond). Tijdens de gebruiksfase overschrijden de geluidemissies van de terminal in enige mate het op de kavel toegestane plafond. Dit is een negatief effect op het milieuthema geluid. Hierbij wordt opgemerkt dat de terminal, gezien de gemiddelde geluidniveaus, wel inpasbaar is binnen de geluidszone als geheel. Er is op kavelniveau wel een overschrijding te zien, maar deze heeft geen gevolgen voor de geluidssituatie buiten het industrieterrein. Dat betekent dat de bijdrage van de terminal aan de geluidbelasting is niet hoorbaar is op geluidgevoelige bestemmingen buiten het industrieterrein. Daarnaast wordt een licht negatief effect van laagfrequent geluid verwacht

De berekende externe veiligheid geeft een  $10^{-6}$ -risico-contour die buiten de grenzen van de locatie komt. De  $10^{-6}$ -risico-contour ligt echter niet tot buiten het risicogebied Maasvlakte 1 en 2. Daarmee is er voor het milieuthema omgevingsveiligheid een negatieve score.

De uitstoot van stikstofemissies bij het binnenkomen en vertrekken van schepen leidt tot stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden. Dit betreft de grootste bron van stikstofemissies in de gebruiksfase en krijgt, als onderdeel van de totale depositie die de Aramis-keten tot gevolg heeft, een negatieve score.

### Alternatief locatie Tank 5

Voor de alternatieve terminal locatie Tank 5 wijken de milieueffecten iets af van de MOT locatie. In de gebruiksfase liggen de geluidsbronnen en de bronnen van externe veiligheid op iets grotere afstand van bewoonde kernen. Maar dit effect is zo beperkt dat het geen aanpassing van de milieuscores oplevert.

### Variante langwerpige opslag tanks

Er zijn twee typen opslag tanks, bolvormig (spheres) en langwerpig (bullits). Er is beperk onderscheid in de externe veiligheidscontouren. Dit effect is zo beperkt dat het geen aanpassing van de milieuscores oplevert.

### Afsluitfase

In de afsluitfase worden de installaties verwijderd. Hierbij treden vergelijkbare milieueffecten op als in de aanlegfase. Dit geldt ook voor de alternatieve locatie en de variant voor de opslag tanks.

### Mitigatie en maatregelen

Er zijn zogenaamde "mitigerende maatregelen" voorgesteld om negatieve effecten te verminderen. Voor de terminal zijn de volgende maatregelen voorgesteld. Met die maatregelen nemen de effecten af.

- In de aanlegfase vindt mitigatie van effecten op Natura 2000-gebieden plaats door zoveel mogelijk toepassing van emissieloze apparatuur. Er wordt van uitgegaan dat 50% van de mogelijk elektrificeerbare apparatuur daadwerkelijk ingezet kan worden. Hierdoor neemt de stikstofemissie zodanig af dat de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden geen aantasting van natuurlijke kenmerken veroorzaakt. Daarmee neemt met mitigatie de score voor gebiedsbescherming af van twee minnen naar één min.
- In de gebruiksfase wordt met de inzet van schepen met lage stikstofuitstoot en bij voorkeur met elektrische aandrijving bij binnenkomst en vertrek de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden gereduceerd tot 0,00 mol/ha/jaar, waardoor geen effect meer optreedt. Bij de berekening is uitgegaan van bij aankomst en vertrek elektrisch aangedreven binnenschepen en emissiearme niet-elektrificeerbare zeeschepen.
- Om de effecten van geluid en omgevingsveiligheid te verminderen worden de grootste lawaaimakers, de BOG-units, in pandig geplaatst en geluiddempende ventilatieroosters toegepast. Hiermee wordt het

effect verkleind maar niet opgelost. De geluidsniveaus vormen geen belemmering voor de inpasbaarheid van de terminal en steigers binnen de geluidszone van de Maasvlakte.

- Inpandige BOG units beperken de externe risico's. De plaatsgebonden veiligheidscontour blijft binnen het risicogebied Maasvlakte 1 en 2.

Tabel 5-2. Effectbeoordeling terminal inclusief mitigerende maatregelen (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord waarvoor mitigerende maatregelen zijn onderzocht)

Thema	Aspect	MOT locatie en bolvormige tanks		Alternatief Tank 5 locatie		Variant bullit tanks	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Geluid	Geluidshinder	-	--	-	--	-	--
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	0	--	0	--	0	--
Natuur	Gebiedsbescherming	-	0	-	0	-	0

### 5.3 Effecten van het compressorstation

Het compressorstation is ontwikkeld als onderdeel van Porthos. Voor Aramis worden aanvullend drie compressoren geplaatst, een pig-lanceerinrichting en het mengpunt aan het begin van de zeeleiding inclusief een warmtewisselaar. Er is een variant voor de afvoer van koelwater getoetst.

In de samenvattende Tabel 5-3 zijn alleen de niet-neutrale effecten weergegeven. Voor de negatieve effecten (- - en - - -) zijn mitigerende maatregelen onderzocht, waarna de effecten opnieuw zijn beoordeeld.

Tabel 5-3. Effectbeoordeling compressorstation (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord, mitigerende maatregelen zijn niet meegenomen in de scores in deze tabel)

Thema	Aspect	Compressorstation, koelwaterverwerking GATE		Variant directe koelwaterlozing Yukonhaven	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Bodem	Grondverzet	0	0	-	0
Water	Oppervlaktewater	0	-	0	- - -
Geluid	Geluidshinder	0	-	0	-
	Laagfrequent geluid	0	-	0	-
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	0	--	0	--
Natuur	Gebiedsbescherming	-	0	-	0
Afval	Beschermde en kwetsbare soorten	-	0	-	0

#### Aanlegfase

In de aanlegfase zijn vrijwel geen milieueffecten te verwachten, doordat de activiteiten beperkt blijven tot het plaatsen van installaties op de bestaande fundering en in bestaande gebouwen worden geplaatst.

De transportbewegingen zelf zijn erg beperkt ten opzichte van het bestaande verkeersbeeld. De stikstofemissies van de transportbewegingen en de werkzaamheden voor de installaties zijn meegerekend



met de totale stikstofemissie (effecten op Natura 2000-gebieden door stikstofdepositie). Als onderdeel van de integrale stikstofemissie leidt deze beperkte bijdrage tot een negatief effect.

### **Gebruiksfase**

Bij het bepalen van de milieueffecten van het gebruik van het voor Aramis uitgebreide compressorstation, is niet alleen gekeken naar de effecten van de uitbreiding van het compressorstation, maar ook naar de effecten in combinatie met het Porthos deel.

Er is sprake van extra geluid binnen de gebiedsgrens en er is sprake van extra laagfrequent geluid. Dit is een licht negatief effect op het milieuthema geluid. De berekende externe veiligheid geeft een  $10^{-6}$ -risico-contour die buiten de grenzen van de locatie komt. Daarmee is er voor het milieuthema omgevingsveiligheid een negatieve score. De  $10^{-6}$ -risico-contour ligt niet tot buiten het risicogebied Maasvlakte 1 en 2.

Koelwaterlozing vindt plaats via de afvoer bij GATE, wat een toename geeft in af te voeren warmte. Bij incidentele warmtelozing via GATE is er een licht negatieve score op het thema water vanwege de warmtelozing en het effect daarvan op het marine milieu.

De bijdrage van het compressorstation in de gebruiksfase aan de totale stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden van het Aramis initiatief is verwaarloosbaar. Hoewel de depositie van het geheel bepaald is en niet van afzonderlijke onderdelen, wordt de bijdrage van alleen het compressorstation als verwaarloosbaar effect beschouwd.

### **Variant koelwaterlozing**

Voor de lozing van opgewarmd koelwater is een variant onderzocht, waarbij vanuit het Porthos compressorstation directe lozing plaats vindt in de Yukonhaven. Voor de variant directe koelwaterlozing in de Yukonhaven geldt dat een afvoerleiding moet worden aangelegd, waardoor extra grondverzet nodig is (milieuthema bodem). Ook leidt dit grondverzet mogelijk tot licht negatieve effecten op beschermde soorten. De aanleg van deze variant draagt bij aan de totale stikstofdepositie van Aramis in Natura 2000-gebieden, waarvoor een negatieve score is gegeven.

Deze variant leidt in de gebruiksfase tot een zeer negatieve score, omdat de opwarming van de Yukonhaven boven de daarvoor geldende norm uitkomt. Indien de Yukonhaven inclusief het Yangtzekanaal als maatgevend wordt aangehouden, komt de warmtetoename onder de norm. Toepassing van deze variant is daarom alleen te overwegen als er aanvullende effectieve mitigerende maatregelen zijn toe te passen. Daarbij moet ook onderbouwd worden waarom er geen andere mogelijkheden voor hergebruik van warmte toegepast kunnen worden.

### **Afsluitfase**

In de afsluitfase worden de installaties verwijderd. Hierbij treden vergelijkbare milieueffecten op als in de aanlegfase. Dit geldt ook voor de variant voor de koelwaterlozing.

### **Mitigatie en maatregelen**

De volgende mitigerende maatregelen zijn onderzocht om negatieve effecten van het compressorstation te beperken:

- In de aanlegfase zijn, vanwege de uitstoot van emissies door in te zetten materieel, mitigerende maatregelen nodig om aantasting van natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden te voorkomen. Bij gebruik van stikstofarme apparatuur en materieel wordt de score beperkt tot licht negatief. Dat betekent dat er nog steeds een toename van stikstofdepositie optreedt in een overbelaste situatie, maar uit een ecologische analyse is gebleken dat hiermee de natuurlijke kenmerken van de Natura

2000-gebieden niet worden aangetast.

- In de gebruiksfase worden geen maatregelen getroffen bij het compressorstation om de depositie te reduceren, omdat de bijdrage van het station al verwaarloosbaar was.
- De berekende risicocontour komt buiten de grenzen van de locatie, maar blijft binnen het risicogebied Maasvlakte 1 en 2. Daarom wordt voldaan aan lokaal beleid en het landelijk toetsingskader. Net als bij de terminal vormt dit een geaccepteerd risico en zijn geen mitigerende maatregelen voorzien.
- Bij de variant koelwaterlozing in de Yukonhaven, zijn aanvullende mitigerende maatregelen nodig om de temperatuur van het koelwater te verlagen, het uitlaatpunt aan te passen of andere vormen van hergebruik van de warmte toe te passen. Het lijkt goed mogelijk hier oplossingen voor te vinden, maar omdat deze nog niet zijn uitgewerkt, blijft hier een zeer negatieve score staan.

Tabel 5-4. Effectbeoordeling compressorstation inclusief mitigerende maatregelen (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord waarvoor mitigerende maatregelen zijn onderzocht)

Thema	Aspect	Compressorstation, koelwaterverwerking GATE		Variant directe koelwaterlozing Yukonhaven	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Water	Oppervlaktewater	0	-	0	- - -
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	0	- -	0	- -
Natuur	Gebiedsbescherming	-	0	-	0

## 5.4 Effecten landdeel zeeleiding en kruising zeekering en Maasgeul

Het landdeel van de zeeleiding bestaat uit het tracé vanaf het compressorstation naar de kruising van de zeekering, en de boring onder de zeekering en Maasgeul. Er is een alternatieve locatie en techniek voor de boring. Bij de microtunnel wordt ook gekeken naar een andere uitvoeringstechniek, de segmented tunnel.

De effectbeoordeling geldt voor de ruimtelijke afwegingen van de plan-mer en voor de project-mer. In de samenvattende Tabel 5-5 zijn alleen de niet-neutrale effecten weergegeven. Voor de negatieve effecten (- - en - - -) zijn mitigerende maatregelen onderzocht, waarna de effecten opnieuw zijn beoordeeld.

Tabel 5-5. Effectbeoordeling van het landdeel van de zeeleiding en de kruising van de zeeleiding en de Maasgeul (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord, mitigerende maatregelen zijn niet meegenomen in de scores in deze tabel)

Thema	Aspect	Zeeleiding in leidingstrook		Alternatief Microtunnel		Alternatief Direct Pipe Boring	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Bodem	Grondverzet	-	0	-	0	-	0
Water	Grondwater	-	0	-	0	-	0
	Oppervlaktewater	-	0	-	0	-	0
Luchtkwaliteit	Emissies fijnstof en NO <sub>x</sub>	-	0	-	0	-	0
Geluid	Geluidhinder	0	0	-	0	-	0
	Onderwatergeluid	0	0	-	0	-	0
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	0	---	0	---	0	---
	Nautische veiligheid	0	0	-	0	--	0
Natuur	Gebiedsbescherming	--	0	--	0	--	0
	Beschermde en kwetsbare soorten	-	0	-	0	-	0
Lichthinder	Hinder	0	0	-	0	-	0
Afval	Reststoffen	-	0	-	0	-	0

### Aanlegfase

In de aanlegfase zijn op meerdere milieuaspecten licht negatieve scores toegekend. De zeeleiding komt in de leidingstrook te liggen, nabij de Porthos leiding. Hiervoor vindt vergraving met bemaling plaats (milieuthema bodem, water). Voor de boring komt een startschacht, waaruit grond en grondwater wordt onttrokken. Bij de boring komt grond vrij, wat moet worden afgevoerd. Deze effecten zijn als licht negatief gescoord, mede omdat in het gebied al eerder vergraving heeft plaatsgevonden. De gemeente heeft aangegeven dat de kans op het verstoren van archeologische waarden bij het graven van de diepe startschacht nihil is. Ook zijn er luchtmissies, geluidhinder en onderwatergeluid en lichtuitstraling als gevolg van de inzet van bouw materieel. Als gevolg van de werkzaamheden voor het aanleggen van de kruising van de leiding met de Maasgeul zijn nautische risico's te verwachten. Dit zijn allemaal licht negatieve effecten.

Vanwege de graafwerkzaamheden en hinder vanwege geluid boven en onder water kunnen effecten optreden op beschermde natuursoorten. Dit zijn licht negatieve effecten die met een werkprotocol in voldoende mate voorkomen of verzacht kunnen worden.

Vanwege stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden is een negatieve score op het aspect gebiedsbescherming toegekend. De graaf-, boor- en baggerwerkzaamheden leiden tot aanzienlijke stikstofemissie. Ook is er veel rijdend en varende materieel waarbij stikstofemissie optreedt. Voor het effect op Natura 2000-gebieden door stikstofdepositie geldt dat het beschouwd is voor alle ketenonderdelen gezamenlijk (zie paragraaf 0). Het effect van dit totaal is als negatief beoordeeld.

**Gebruiksfase**

In de gebruiksfase treden alleen effecten op bij het thema omgevingsveiligheid. De berekende PR  $10^{-6}$  risico-contour ligt buiten de 5 meter afstand van het hart van de zeeleiding en voldoet daarmee niet aan wet- en regelgeving. Dit is als een zeer negatief effect gescoord.

In de gebruiksfase zijn van de zeeleiding geen stikstofemissies te verwachten onder normale omstandigheden. De incidenteel mogelijke emissies bij onderhoud of bij onvoorziene omstandigheden leveren geen significante bijdrage aan de berekende stikstofemissie van de integrale CCS-keten in de gebruiksfase.

**Alternatief direct pipe**

De milieueffecten voor het direct pipe alternatief zijn hetzelfde gescoord als die van het microtunnel alternatief. De feitelijke effecten zijn wel enigszins afwijkend, maar niet voldoende om tot een andere classificatie te komen. Alleen voor de nautische veiligheid is in de aanlegfase een negatieve score gegeven, omdat het baggerwerk in de drukbevaren Maasgeul meer risico's op hinder en gevaarlijke situaties meebrengt.

Het alternatief direct pipe heeft een langer tracé op het land naar het intredepunt. Het intredepunt is minder diep en de boring heeft een kleinere diameter dan bij de microtunnel. Hierdoor is de hoeveelheid onttrokken grondwater en af te voeren grond iets kleiner dan bij de microtunnel. Het verschil is zo beperkt dat de score licht negatief is, net zoals bij de microtunnel.

In het verlengde van de boring wordt de kruising met de Maasgeul uitgebaggerd. Bij het baggerwerk komt stikstof vrij dat neer kan slaan op nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Het baggerwerk levert een relatief grote bijdrage aan het voor de integrale CCS-keten zeer negatieve effect voor het milieuthema gebiedsbescherming vanwege stikstofdepositie.

Ook bij het alternatief direct pipe komt de  $10^{-6}$ -risico-contour buiten de 5 meter afstand vanaf de zeeleiding. Nabij het intredepunt is de contour echter nog groter als gevolg van een hogere faalfrequentie door de nabijheid van een windturbine.

**Afsluitfase**

In de afsluitfase worden de installaties verwijderd. Hierbij treden vergelijkbare milieueffecten op als benoemd bij de aanlegfase. Dit geldt ook voor het alternatief direct pipe.

**Mitigatie en maatregelen**

De volgende mitigerende maatregelen zijn voorgesteld om negatieve effecten van het landdeel van de zeeleiding en de kruising van de zeewering en Maasgeul te beperken:

- Voor de microtunnel wordt ervan uitgegaan dat de boormachine elektrisch wordt aangedreven. Verder wordt er op land zoveel mogelijk elektrisch aangedreven materieel ingezet, waarbij er van uitgegaan wordt dat 50% van het elektrificeerbare materieel daadwerkelijk inzetbaar is. Voor de schepen die werkzaamheden op en rond de Maasgeul uitvoeren, zijn minder mogelijkheden voor stikstofreductie. Er blijft bij het alternatief microtunnel een licht negatief effect over.
- Het is momenteel nog niet mogelijk om het baggerwerk in de Maasgeul met elektrisch materieel uit te voeren. Daarom zijn er voor het alternatief direct pipe onvoldoende mitigerende maatregelen en kan niet op voorhand worden uitgesloten dat het alternatief de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden aantast. Dit alternatief behoudt daarom de negatieve score.

- Voor wat betreft omgevingsveiligheid is het gebruik van de zeeleiding op land zonder mitigerende maatregelen niet toegestaan. Met extra maatregelen is het, in het microtunnel alternatief, mogelijk om de risicocontour voor het landdeel van de zeeleiding te beperken tot de voorgeschreven 5 meter.
- Voor het direct pipe alternatief geldt dat de onderzochte maatregelen nog steeds leiden tot een te grote effectafstand nabij het intredepunt, vanwege de windturbines. Om het direct pipe alternatief uitvoerbaar te maken, moeten aanvullende maatregelen worden uitgewerkt. Zodoende blijft de score hier zeer negatief.

Tabel 5-6. Effectbeoordeling terminal inclusief mitigerende maatregelen (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord waarvoor mitigerende maatregelen zijn onderzocht)

Thema	Aspect	Zeeleiding in leidingstroom		Alternatief Microtunnel		Alternatief Direct Pipe Boring	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	0	-	0	-	0	---
Natuur	Gebiedsbescherming	-	0	-	0	--	0

## 5.5 Effecten van de zeeleiding op en in de zeebodem

De zeeleiding wordt deels op en in de zeebodem gelegd. Er zijn drie routes onderzocht, waarvoor geldt dat ze in het noordelijke deel van het tracé verschillen. De effectbeoordeling geldt voor de ruimtelijke afwegingen van de plan-mer en voor de project-mer. In de samenvattende Tabel 5-7 zijn alleen de niet-neutrale effecten weergegeven. Voor de negatieve effecten (- en --) zijn mitigerende maatregelen onderzocht, waarna de effecten opnieuw zijn beoordeeld.

Tabel 5-7. Effectbeoordeling van de zeeleiding op en in de zeebodem (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord, mitigerende maatregelen zijn niet meegenomen in de scores in deze tabel)

Thema	Aspect	Tracé West 2		Alternatief tracé West 1		Alternatief tracé Centraal	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Bodem	Temperatuur	0	-	0	-	0	-
	Morfologie	-	0	-	0	-	0
Luchtkwaliteit	Emissies fijnstof en NOx	-	0	-	0	-	0
Geluid	Onderwatergeluid	--	0	--	0	--	0
Veiligheid	Nautische veiligheid	-	--	-	--	-	--
Natuur	Gebiedsbescherming	--	0	--	0	--	0
	Beschermde en kwetsbare soorten	--	0	--	0	--	0
Archeologie/explosieven	Verstoring	--	0	--	0	--	0
Overige functies op zee	Visserij, scheepvaart en recreatie	-	0	-	0	-	0

### **Aanlegfase**

Bij de aanleg van de zeeleiding op en in de zeebodem kunnen tijdelijke effecten optreden op de morfologie van de zeebodem. Ook kunnen de werkzaamheden op het water gevolgen hebben voor de scheepvaart en visserij op de Noordzee en voor recreanten op nabij de Maasvlakte gelegen recreatiegebieden. Het is een drukbevaren deel van de Noordzee, zodat de extra vaarbewegingen gescoord worden als licht negatief vanwege nautische risico's.

De werkzaamheden leiden tot onderwatergeluid (negatief effect), dat een verstorend effect heeft op verschillende diersoorten (vooral zeezoogdieren zoals bruinvissen). Ook treedt door de werkzaamheden op de zeebodem tijdelijk en plaatselijk vertroebeling van het zeewater, een verandering in dynamiek en oppervlakteverlies op voor verschillende soorten. Dit is beoordeeld als een licht negatief effect.

Archeologisch onderzoek heeft aangetoond dat er nabij de leidingtracés mogelijk waardevolle vondsten zijn waar rekening mee gehouden moet worden. Dit scoort daarom als een negatief effect.

### **Gebruiksfase**

In de gebruiksfase worden vrijwel geen milieueffecten verwacht. Er wordt in beperkte mate warmte afgegeven door de zeeleiding, voornamelijk in het eerste deel vanaf de kruising met de Maasgeul. Doordat dit alleen een heel lokaal effect heeft wordt het als licht negatief bodemaspect gescoord. Daarnaast is sprake van een nautisch risico vanwege het beschadigen van de zeeleiding door ankers en sleepnetten en risico's voor overvarende schepen als gevolg van een gasbel door lekkage aan de leiding.

### **Alternatieven leidingtracé**

De alternatieve tracés scoren vergelijkbaar met de voorgenomen activiteit.

### **Afsluitfase**

De milieueffecten in de afsluitfase zijn vergelijkbaar met de aanlegfase, met uitzondering van de mogelijke archeologische verstoring. Het is niet de verwachting dat aanvullende verstoring optreedt ten opzichte van de aanlegfase. Dit geldt ook voor de alternatieven.

### **Mitigatie en maatregelen**

Voor de zeeleiding op zee zijn de volgende mitigerende maatregelen voorgesteld:

- Het gebruik van geluidsarme schepen in de aanlegfase beperkt het effect van onderwatergeluid op marine soorten waarvoor ook gebieden een beschermde status hebben. Deze mitigerende maatregelen zijn voor alle activiteiten op zee wenselijk. Het negatieve effect als gevolg van de aanleg van de zeeleiding wordt gemitigeerd tot een licht negatief effect.
- De nautische risico's in de gebruiksfase kunnen worden beperkt tot een licht negatief effect met pigging, monitoringsmaatregelen en ingraven van de leiding. Het al dan niet ingraven van de zeeleiding op zee wordt naderhand vastgesteld op basis van een risicoanalyse van het gebied volgens de betreffende NEN-norm. Ook de benodigde gronddekking in geval van ingraven wordt op basis van deze risicoanalyse bepaald. Daarmee kan het risico beperkt worden. In de huidige situatie is dat nog niet vastgesteld en wordt de negatieve effectbeoordeling vooralsnog gehandhaafd.
- De tracés van de zeeleiding zijn aangepast zodat de afstand tot archeologische waarden steeds minimaal 100 meter is. Daarmee is de negatieve effectbeoordeling bijgesteld tot neutraal.

Tabel 5-8. Effectbeoordeling zeeleiding op zee inclusief mitigerende maatregelen (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord waarvoor mitigerende maatregelen zijn onderzocht)

Thema	Aspect	Tracé West 2		Alternatief tracé West 1		Alternatief tracé Centraal	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Veiligheid	Nautische veiligheid	-	--	-	--	-	--
Geluid	Onderwatergeluid	-	0	-	0	-	0
Natuur	Beschermde gebieden	-	0	-	0	-	0
	Beschermde soorten	-	0	-	0	-	0
Archeologie/ explosieven	Verstoring	0	0	0	0	0	0

## 5.6 Effecten van het eindpunt

Bij het eindpunt van de zeeleiding komt een distributiepunt. Dit kan op een platform worden geplaatst, waaraan de verbindingsledingen naar de platforms worden gekoppeld. Als variant is een eindpunt op de zeebodem onderzocht.

De effectbeoordeling geldt voor de ruimtelijke afwegingen van de plan-mer en voor de project-mer. In de samenvattende Tabel 5-9 zijn alleen de niet-neutrale effecten weergegeven. Voor de negatieve effecten (- en --) zijn mitigerende maatregelen onderzocht, waarna de effecten opnieuw zijn beoordeeld.

Tabel 5-9. Effectbeoordeling van het eindpunt van de zeeleiding (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord, mitigerende maatregelen zijn niet meegenomen in de scores in deze tabel)

Thema	Aspect	Variant eindpunt platform		Variant eindpunt bodem	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Bodem	Morfologie	-	0	-	0
Geluid	Onderwatergeluid	--	0	--	0
Veiligheid	Nautische veiligheid	0	--	0	0
Natuur	Gebiedsbescherming	--	-	--	0
	Beschermde en kwetsbare soorten	--	--	--	0
Archeologie	Verstoring	-	0	-	0
Afval	Reststoffen	-	0	-	0
Overige functies op zee	Visserij en scheepvaart	-	-	-	0

### Aanlegfase

Het distributieplatform wordt geplaatst en verankerd in de zeebodem. Dit geeft lokale verstoring van de zeebodem (milieuthema morfologie). Dit is gescoord als licht negatief effect. Ook bestaat er het risico op verstoring van archeologische vondsten in de zeebodem en hinder voor de visserij en scheepvaart. Het heien van de verankering in de zeebodem geeft onderwatergeluid, dat op zichzelf als een negatief effect is beoordeeld. Het onderwatergeluid, de verstoring van de bodem en de lichtverstoring leiden tot effecten op mariene ecologie, broedvogels en vleermuizen, waarvoor ook een negatieve score op de natuuraspecten is toegekend.

### Gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase is door de aanwezigheid van een nieuw platform op zee het ruimtegebruik voor de visserij en scheepvaart in lichte mate beperkt. De aanwezigheid heeft mogelijk ook een negatief effect op natuur door lichthinder voor broedvogels en vleermuizen, en een licht negatief effect vanwege extra scheepvaartverkeer dat enige geluidverstoring onder water geeft. Het nautische risico voor aanvaring door schepen van derden is nog in nader onderzoek. Op dit moment zijn de resultaten van een aanvullende Marin-veiligheidsstudie nog niet bekend en wordt de negatieve effectbeoordeling vooralsnog gehandhaafd.

### Variant knooppunt op zeebodem

Bij de variant op de zeebodem geldt dat er geen nautisch veiligheidsrisico is en het ruimtegebruik voor de visserij en scheepvaart niet wordt beperkt. Er zijn geen effecten in de gebruiksfase op natuur.

### Afsluitfase

De milieueffecten in de afsluitfase zijn vergelijkbaar met de aanlegfase. Dit geldt ook voor de variant.

### Mitigatie en maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen zijn voorgesteld voor het eindpunt:

- Mitigatie heeft betrekking op het beperken van het onderwatergeluid in de aanlegfase. Dit leidt ook tot minder negatieve effecten op de natuuraspecten, zowel voor gebieden als soorten. Bij de heiwerkzaamheden voor de verankeringspalen dienen geluidsbeperkende maatregelen genomen te worden (bijvoorbeeld door gebruik te maken van een HSD Systeem/bubbelscherm) of een werkwijze waarbij relatief weinig onderwatergeluid optreedt om effecten op de populatie bruinvissen te voorkomen (het geluidsniveau moet onder de 160 dB liggen op 750 meter afstand). Het effect wordt echter niet zodanig gemitigeerd dat daardoor de score verandert.
- In de gebruiksfase wordt de verlichting zodanig uitgevoerd dat onnodige lichtuitstraling naar buiten toe zoveel mogelijk wordt vermeden. Het effect wordt tot een licht negatief effect verkleind.

Tabel 5-10. Effectbeoordeling eindpunt op zee inclusief mitigerende maatregelen (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord waarvoor mitigerende maatregelen zijn onderzocht)

Thema	Aspect	Variant eindpunt platform		Variant eindpunt bodem	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Geluid	Onderwatergeluid	-	0	-	0
Veiligheid	Nautische veiligheid	0	-	0	0
Natuur	Gebiedsbescherming	--	-	--	0
	Beschermde en kwetsbare soorten	--	-	--	0



## 5.7 Effecten platforms, putten en verbinding sleidingen

Voor de verbinding sleidingen, platforms en putten zijn geen alternatieven of varianten onderzocht. Er heeft door de opslagpartijen optimalisatie van het ontwerp plaatsgevonden en dit is in het MER getoetst.

In de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie zijn drie platforms met bijbehorend opslagvoorkomen getoetst. Naderhand is het de verwachting dat er meer platforms en opslagvoorkomens worden aangesloten. Aangezien deze nog niet bekend zijn, worden de hier gepresenteerde milieueffecten als maatgevend gezien voor toekomstige ontwikkelingen.

Er wordt één bestaand platform (van TotalEnergies) aangepast en er worden twee nieuwe platforms geplaatst (voor Shell en Neptune Energy). Er komen nieuwe putten en er wordt gebruik gemaakt van aangepaste bestaande putten. De effecten van de drie platforms zijn apart beoordeeld. Anders dan in de voorgaande paragrafen zijn de drie platforms geen alternatieven van elkaar.

In de samenvattende Tabel 5-11 zijn alleen de niet-neutrale effecten weergegeven. Voor de negatieve effecten (- - en - - -) zijn mitigerende maatregelen onderzocht, waarna de effecten opnieuw zijn beoordeeld.

Tabel 5-11. Effectbeoordeling van de platforms, putten en verbinding sleidingen (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord, mitigerende maatregelen zijn niet meegenomen in de scores in deze tabel)

Thema	Aspect	Bestaand platform en putten TotalEnergies		Nieuw platform en putten Shell		Nieuw platform en putten Neptune Energy	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Bodem	Morfologie	-	0	-	0	-	0
Geluid	Onderwatergeluid	- -	0	- -	0	- -	0
Veiligheid	Nautische veiligheid	0	0	0	-	0	-
Natuur	Gebiedsbescherming	- -	0	- -	0	- - -	-
	Beschermde en kwetsbare soorten	- -	0	- -	0	- - -	- -
Archeologie	Verstoring	0	0	-	0	-	0
Afval	Reststoffen	-	0	-	0	-	0
Overige functies op zee	Visserij en scheepvaart	-	0	-	-	-	-

### Aanlegfase TotalEnergies – aanpassing bestaand platform L4A

Er wordt een verbinding sleiding aangelegd vanaf het eindpunt van de zeeleiding naar platform L4A dat vergelijkbare effecten oplevert als bij de aanleg van de zeeleiding. Op het platform zijn vooraf de onderdelen van de gasproductie verwijderd. Nieuwe installaties worden geplaatst. Putten worden aangepast en twee nieuwe putten worden geboord, waarvoor twee conductors worden geheid. De effecten zijn over het algemeen licht negatief, met uitzondering van het geluid van het heien van de conductors voor twee nieuwe putten, wat negatief scoort.

De aanpassing van het platform vindt plaats vanaf een werkplatform, wat leidt tot onderwatergeluid, luchtmissies en verstoring van vogels. De scheepsbewegingen voor de werkzaamheden leiden tot onderwatergeluid, wat invloed heeft op de mariene ecologie. Verder hebben de bouwwerkzaamheden een stroom reststoffen tot gevolg en is tijdelijk hinder voor de visserij en scheepvaart te verwachten.

Bij het aanpassen van de putten en het boren van nieuwe putten ontstaat afval, zoals boorgruis. Het boren leidt tot onderwatergeluid. Het heien van conductors voor de twee nieuwe putten leidt ook tot onderwatergeluid. De effecten worden negatief gescoord en moeten gemitigeerd worden.

#### **Aanlegfase Shell– nieuw platform K14**

Er wordt een zeer korte verbindingsleiding aangelegd vanaf een connectiepunt van de zeeleiding naar het nieuwe platform K14. Er worden vier ankerpalen in de grond geheid en daar wordt een nieuw platform op geplaatst. Installaties worden hierop geplaatst. Vier tot zes nieuwe putten worden geboord, waarvoor conductors worden geheid. De milieueffecten zijn vergelijkbaar met de aanlegfase voor TotalEnergies met onderstaande afwijkingen.

Het maken van de zes nieuwe putten en de vier verankeringspalen leidt tot meer onderwatergeluid, zowel qua duur als intensiteit. Het heien van verankeringspalen leidt tot meer onderwatergeluid dan bij de conductors. De score is echter nog steeds een dubbele min, om aan te geven dat mitigatie noodzakelijk is. De bouwwerkzaamheden hebben een stroom reststoffen tot gevolg en er is tijdelijk hinder voor de visserij en scheepvaart te verwachten. Daarnaast is er bij het Shell platform een risico op het verstoren van archeologische vondsten in de zeebodem.

#### **Aanlegfase Neptune Energy – nieuw platform L10-R**

Er wordt een verbindingsleiding aangelegd vanaf het eindpunt van de zeeleiding, wat vergelijkbare effecten oplevert als bij de aanleg van de zeeleiding. Verder zijn de effecten vergelijkbaar aan de hiervoor beschreven effecten van het nieuwe platform van Shell. Het nieuwe platform bevindt zich nabij het Natura 2000-gebied Friese Front. Dat betekent dat de milieueffecten op natuur tot een zwaardere score leiden. Zonder mitigatie is dit niet vergunbaar en zodoende is er een score zeer negatief.

#### **Gebruiksfase**

Het omgebouwde platform van TotalEnergies heeft in de gebruiksfase geen milieueffecten ten opzichte van de huidige situatie. Rondom platforms geldt dat er in een zone van 500 meter geen andere functies zijn toegestaan. De nieuwe platforms van Shell en Neptune Energy leiden er daarom toe dat er meer beperkingen voor visserij en scheepvaart ontstaan en er extra risico's op aanvaring ontstaan ten opzichte van de huidige situatie, wat een licht negatief effect is.

De aanwezigheid van het nieuwe platform van Neptune Energy heeft mogelijk ook een negatief effect door lichthinder voor broedvogels (zeekoet) en vleermuizen, en een licht negatief effect vanwege extra scheepvaartverkeer dat enige geluidverstoring onder water geeft. Voor het nieuwe platform van Shell gaat dit in mindere mate op, omdat het verder van het Friese Front af staat.

#### **Afsluitfase**

De milieueffecten in de afsluitfase zijn vergelijkbaar met de aanlegfase.

### Mitigatie en maatregelen

Voor de platforms zijn de volgende mitigerende maatregelen voorgesteld:

- Mitigatie heeft betrekking op het beperken van het onderwatergeluid in de aanlegfase. Dit leidt tot minder negatieve effecten op de natuuraspecten, zowel voor gebieden als soorten. Bij de heiwerkzaamheden voor de verankeringspalen dienen geluidsbeperkende maatregelen genomen te worden (bijvoorbeeld door gebruik te maken van een HSD Systeem/bubbelscherm) of een werkwijze waarbij relatief weinig onderwatergeluid optreedt om effecten op de populatie bruinvissen te voorkomen. Indien nodig wordt tijdens de gevoelige periode van zeekoet (juli – augustus) niet geheid ten behoeve van de aanleg van de platforms L4 en L10-zuid. Het effect wordt met deze maatregelen echter niet tot een licht negatief effect gemitigeerd.
- In de gebruiksfase wordt de verlichting zodanig uitgevoerd dat onnodige lichtuitstraling naar buiten toe zoveel mogelijk wordt vermeden. Het effect wordt tot een licht negatief effect verkleind.

Tabel 5-12. Effectbeoordeling platforms, putten en verbindingssleidingen inclusief mitigerende maatregelen (alleen thema's en aspecten waarop niet-neutrale effecten zijn gescoord waarvoor mitigerende maatregelen zijn onderzocht)

Thema	Aspect	Bestaand platform en putten TotalEnergies		Nieuw platform en putten Shell		Nieuw platform en putten Neptune Energy	
		Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik	Aanleg	Gebruik
Geluid	Onderwatergeluid	-	0	-	0	-	0
Natuur	Gebiedsbescherming	--	0	--	0	--	-
	Beschermde en kwetsbare soorten	--	0	--	0	--	-

## 5.8 Stikstofdepositie

Vooraf in de aanlegfase, maar ook in de testperiode en gebruiksfase komt stikstof vrij als gevolg van het gebruik van materieel en extra verkeer. Er is onderzocht hoeveel stikstof er vrijkomt als gevolg van alle projectonderdelen van het Aramis initiatief en wat er gedaan kan worden om dat te beperken. Daarnaast is berekend tot hoeveel stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden dit leidt en in hoeverre daarmee de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden worden bedreigd.

Voor het Aramis initiatief is een passende beoordeling opgesteld (Bijlage 5 van het deelrapport Milieueffecten - RHDHV, 2020. Natuurtoets Gebieden - Passende Beoordeling). In deze paragraaf zijn de belangrijkste bevindingen uit deze passende beoordeling met betrekking tot stikstofdepositie beschreven. Voor de uitgebreide ecologische toetsing wordt verwezen naar de passende beoordeling.

### Voortoets

Stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden ontstaat als gevolg van emissies in de aanlegfase en gebruiksfase van het Aramis initiatief. Bij de aanlegwerkzaamheden zijn deze emissies (stikstofoxiden en ammoniak) afkomstig van (werk)schepen, transportmiddelen en mobiele werktuigen. In de gebruiksfase zijn de emissies voornamelijk afkomstig van scheepstransport.

Alle stikstof die vrijkomt bij het aanleggen van de terminal, de zeeleiding en de platforms en de aanpassingen bij het compressorstation is bij elkaar opgeteld. Uit de depositieberekeningen met de AERIUS-calculator kwam naar voren dat als conventioneel materieel (dat wil zeggen, materieel dat met fossiele energie wordt aangedreven) wordt ingezet in de aanleg- en gebruiksfase, sprake was van een

aanzienlijke toename van stikstofdepositie in verschillende Natura 2000-gebieden waar sprake is van een stikstofoverbelasting. Omdat daarmee significant negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van de betreffende Natura 2000-gebieden niet zijn uit te sluiten, ontstond de noodzaak om mitigerende maatregelen te nemen. Daarom is het effect van het Aramis initiatief voor de aanleg- en gebruiksfase als negatief beoordeeld (- -). Dit geldt voor alle alternatieven en varianten.

#### **Ecologische beoordeling na mitigatie - aanlegfase**

Voor de haalbaarheid van het voornemen is het noodzakelijk om vast te stellen dat de natuurlijke kenmerken van de overbelaste Natura 2000-gebieden niet verder worden aangetast door het Aramis initiatief. Om de toename van stikstofdepositie in voldoende mate te verminderen is als maatregel genomen dat fossiel aangedreven materieel zo veel als mogelijk wordt vervangen door elektrisch aangedreven materieel. Er wordt van uitgegaan dat 50% van de mogelijk elektrificeerbare apparatuur daadwerkelijk ingezet kan worden. De effecten na mitigatie van de voorgenomen activiteit zijn ecologisch passend beoordeeld.

#### **Stikstofdepositie na mitigatie in de gebruiksfase**

In de gebruiksfase wordt met de inzet van schepen met lage stikstofuitstoot en bij voorkeur met elektrische aandrijving bij binnenkomst en vertrek de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden gereduceerd tot 0,00 mol/ha/jaar, waardoor geen effect meer optreedt. Bij de berekening is uitgegaan van bij aankomst en vertrek elektrisch aangedreven binnenschepen en emissiearme niet-elektrificeerbare zeeschepen. Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van walstroom.

#### **Stikstofdepositie na mitigatie in de aanlegfase**

De toepassing van mitigerende maatregelen in de aanlegfase heeft geleid tot reductie in de stikstofemissie en in het verlengde daarvan tot een beperking van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden. Na het treffen van mitigerende maatregelen is sprake van een kleinere toename van stikstofdepositie in de aanlegfase in gebieden waar sprake is van een overbelasting: Solleveld & Kapittelduinen, Westduinpark & Wapendal, Voornes Duin, Meijndel & Berkheide, Duinen Goeree & Kwade Hoek en Grevelingen. De maximale toename van stikstofdepositie tijdens de aanlegfase bedraagt een tijdelijke toename van 0,50 mol N/ha/jr. Deze toename en ook het effect ervan op de Natura 2000-gebieden is tijdelijk: als de werkzaamheden zijn uitgevoerd, stopt het effect.

#### **Ecologische beoordeling aanlegfase**

Niet iedere depositietoename van stikstof heeft direct of na verloop van tijd een zichtbaar en meetbaar effect op de vegetatie en de kwaliteit van habitats. De effecten van de stikstofdepositiebijdrage op de Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg van het Aramis initiatief inclusief mitigerende maatregelen zijn in een passende beoordeling ecologisch getoetst. Uit de beoordeling van de effecten van de berekende tijdelijke extra stikstofdepositiebijdrage op de kwaliteit van deze habitattypen blijkt dat de beperkte eenmalige extra stikstofdepositie in de aanlegfase niet leidt tot veranderingen in de vegetatiesamenstelling, groeisnelheid of onderlinge concurrentieverhoudingen tussen plantensoorten van de betreffende habitats. Evenmin leidt deze eenmalige en kleine stikstofdepositie tot een verzwaring van de beheeropgave of tot een belemmering bij het uitvoeren van herstelmaatregelen.

Voor ieder van de habitats (habitat- en leefgebiedstypen) is in een habitat-specifieke beoordeling geconcludeerd dat is uitgesloten dat vanwege de depositiebijdrage die ontstaat door de realisatie van het Aramis initiatief een afname van de kwaliteit van deze habitats optreedt.

De tijdelijke depositiebijdrage tijdens de aanlegfase leidt niet tot een aantasting van de kwaliteit van de beoordeelde Natura 2000-gebieden of tot belemmering van de mogelijkheden maatregelen te treffen die noodzakelijk zijn voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden. Daarmee is een aantasting van de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden uitgesloten.

### **Gebruiksfase – geen toename stikstofdepositie**

De hoeveelheid stikstof die vrijkomt in de gebruiksfase is beperkt. Tijdens de gebruiksfase vindt stikstofemissie vooral plaats bij de schepen die bij de terminal CO<sub>2</sub> lossen en laden. In het ontwerp wordt ervan uitgegaan dat vanaf de scheepvaartroute (waar de schepen onderdeel zijn van het normale verkeer) naar de steigers van de CO<sub>2</sub>next terminal, elektrisch gevaren wordt door binnenvaartschepen. Zeeschepen kunnen niet allemaal elektrisch varen, daarom wordt het aantal scheepsbewegingen beperkt.

Uit de depositieberekening blijkt dat er in de gebruiksfase geen sprake is van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden die gevoelig zijn voor stikstof. Aantasting van de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden door stikstofdepositie is daarmee uitgesloten.

## **5.9 Mitigerende maatregelen**

Zoals in de vorige paragrafen beschreven, volgt uit de effectbeoordeling dat voor sommige effecten maatregelen nodig of gewenst zijn om negatieve effecten zoveel mogelijk te voorkomen of te verzachten.

In het Aramis initiatief is uitgegaan van de Best Beschikbare Technieken. Standaardmaatregelen zijn in de initiële effectbeoordeling ingecalculeerd. Dit betreft maatregelen waarvan bij voorbaat al duidelijk is dat ze nodig zijn vanuit veiligheidsoogpunt of het zorgprincipe om negatieve effecten zoveel mogelijk te voorkomen of in voldoende mate te verzachten en risico's te beheersen. Deze maatregelen zijn verwerkt in het ontwerp of in de werkwijze van het Aramis initiatief. De maatregelen zijn in de detailrapporten nader gespecificeerd en worden hier niet opnieuw aangehaald.

De geconstateerde negatieve (- -) en zeer negatieve (- - -) effecten van Aramis geven aanleiding aanvullende mitigerende maatregelen te nemen. Het pakket van mitigerende maatregelen dat onderdeel uitmaakt van de vergunningsaanvraag bestaat uit maatregelen voor geluidhinder, omgevingsveiligheid en nautische veiligheid, natuur op land, natuur op zee en archeologie. Deze maatregelen zijn in de vorige paragrafen al kort benoemd en in het deelrapport Milieueffecten nader uitgewerkt.

## **5.10 Optimalisatiemogelijkheden in het kader van natuurversterkend bouwen**

Als onderdeel van het ontwerp van de zeeleiding, de aansluitleidingen van de operators en de platforms op zee, is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor natuurversterkend bouwen. Hiermee wordt invulling gegeven aan bovenwettelijk BBT zoals afgesproken in het Noordzee Akkoord en aan de ambities van de opslagpartijen om te komen tot versterking van de mariene ecologie in de Noordzee. Het sluit ook direct aan op de betrokkenheid van belanghebbenden bij niet-gouvernementele organisaties (NGO) en de zienswijze die is gedeeld door de Stichting Natuur & Milieu en Stichting Noordzee in het kader van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau.

Bij het onderzoek is de samenwerking gezocht met NGO's en kennisinstututen zoals universiteiten. Er zijn twee werksessies georganiseerd om de ervaringen en mogelijkheden van natuurversterkend bouwen te verkennen. De bijeenkomsten hebben plaatsgevonden op 8 december 2022 en 21 maart 2023. Bij deze bijeenkomsten waren technische experts aanwezig van het projectteam en opslagpartijen, mariene ecologen van NGO's en universiteiten en vertegenwoordigers van het ministerie EZK. Tijdens de werksessies is een selectieproces doorlopen om te komen tot effectieve en uitvoerbare mogelijkheden. Dit heeft geleid tot de volgende lijst van maatregelen die door Aramis en de opslagpartijen kunnen worden toegepast bij kruisingen van leidinginfrastructuur op de zeebodem en ter plaatse van de platforms:

- Ecologische overstek (eco-crossing): dit concept is ontwikkeld door Tennet voor kabelkruisingen op de Noordzee. Door extra kalkstenen te leggen, boven op de laag granietstenen die standaard over kabelkruisingen worden gebruikt, kan zeeleven een veilige plek krijgen en de biodiversiteit toenemen. Er ontstaat een klein kunstrif. Dit concept kan worden toegepast bij de kruising van de zeeleiding en verbindingsledingen met andere kabels en leidingen op de zeebodem.
- Natuurinclusieve matrassen: om kabels op hun plek te houden, worden soms betonnen matrassen gebruikt. In plaats van de normaal toegepaste matrassen heeft een natuurinclusief matras geen "glad" oppervlak, maar een grovere structuur met gaten erin. Er ontstaat een klein kunstrif, zodat soorten zich gemakkelijker op de matrassen kunnen nestelen. Aan de matrassen kunnen volwassen oesters worden bevestigd om een oesterrif te helpen ontstaan. Dit concept kan worden toegepast bij de kruising van de zeeleiding en verbindingsledingen met andere kabels en leidingen op de zeebodem.
- Biohut: Biohutten zijn stalen kooien gevuld met stenen, schelpen en mosselen. Door voedsel en beschutting te bieden aan de jonge vissen, heeft de Biohut een ecologische kinderkamerfunctie. De Biohut bestaat uit verschillende kooien: de binnenste kooi is gevuld met lege oesterschelpen waar een grote verscheidenheid aan algen en kleine schaaldieren zich vasthechten. Dit biedt voedsel aan de kleine vissen, terwijl de lege kooien eromheen bescherming bieden. Biohutten kunnen aan de onderconstructie van een platform worden gemaakt.
- Kabeljauw hotel: Een vishotel kan bijvoorbeeld worden gemaakt van draadkorven of betonnen buizen met een ruw oppervlak dat aan de onderconstructie van een platform kan worden vastgemaakt. Een vishotel bevat holtes waarin vissen en onderwaterdiertjes, zoals krabbetjes, kunnen schuilen voor grotere vissen en watervogels. Ook scheldieren, algen en waterplanten kunnen zich makkelijk hechten en groeien aan het ruwe oppervlak van het hotel.
- Natuur inclusieve klompgewichten voor doorgesneden kabeluiteinden: Wanneer oude kabels worden doorgesneden om ruimte te maken voor de zeeleiding, wordt het uiteinde van de kabel verzwaard met een klompgewicht om te voorkomen dat de kabel loskomt. Het klompgewicht kan worden gemaakt van duurzame en natuurvriendelijke materialen en ontwerpen zodat een klein kunstrif ontstaat. Dat kan verschillende soorten aan trekken en een diverse biodiversiteit creëren.

De toepassing van de natuurversterkende maatregelen moet zowel technisch als beleidsmatig nader worden uitgewerkt. Daarom zijn deze maatregelen nog niet in de effectbeoordeling betrokken. De verwachting is dat met het toepassen van deze maatregelen ter plaatse van de Aramis infrastructuur op zee een positieve bijdrage aan het marine milieu gerealiseerd kan worden. Daarbij moet ook afstemming plaatsvinden met het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat over de mogelijke toekomstige gevolgen voor verwijdering van de structuren en installaties. De aanwezigheid van nieuwe natuurwaarden kan een beperking vormen voor verwijdering en zodoende conflicterend zijn met de voorwaarden van het ministerie.

## 5.11 Cumulatie van effecten van het Aramis initiatief als geheel

In de voorgaande paragrafen zijn de mogelijke milieueffecten per onderdeel bepaald; voor de terminal, het compressorstation, de zeeleiding met eindpunt en de platforms met verbindingsledingen. Deze effecten kunnen elkaar beïnvloeden, zodat ook naar een gecombineerd effect moet worden gekeken. Daarnaast is gekeken naar de integrale effecten op het gebied natuurverstoring en het energieverbruik in relatie tot de CO<sub>2</sub>-balans.

### Geluid en omgevingsveiligheid

Lokale vergraving en andere verstoring leidt niet tot beïnvloeding van nabijgelegen activiteiten. Maar bij de milieuthema's geluid en externe veiligheid is dit niet uitgesloten. In beperkte mate beïnvloeden de geluidsbronnen van het compressorstation en de terminal elkaar. Ook is er in beperkte mate een overlap

van de veiligheidscontouren van de terminal, het compressorstation en de zeeleiding. De berekende contouren laten zien dat het maatgevende gedeelte van de contouren niet versterkt wordt door cumulatie.

### **Onderwatergeluid**

Voor onderwatergeluid is bepaald in hoeverre de geluidscontouren overlappend zijn in ruimte en tijd. Vooral het heien van verankeringspalen en conductors leidt tot overlast gevend geluid. Dit is echter in een beperkte periode en op relatief grote onderlinge afstand.

### **Stikstofdepositie**

Voor stikstofemissies is een cumulatief model gebouwd en zijn verspreidingsberekeningen van alle Aramis onderdelen in de aanlegfase en in de gebruiksfase cumulatief berekend. Daarmee is zichtbaar wat de ontwikkeling van Aramis voor gevolgen heeft voor de Natura 2000-gebieden. De mitigerende maatregelen zijn ook voor de cumulatieve situatie berekend. In het kader van de passende beoordeling voor Natura 2000-gebieden zijn de effecten van stikstofdepositie van alle Aramis onderdelen beoordeeld.

### **Energieverbruik en CO<sub>2</sub>-balans**

Het energieverbruik en de CO<sub>2</sub>-balans laten zien waar de meeste energie wordt verbruikt en welke onderdelen bepalend zijn voor het uiteindelijke rendement voor de CCS keten (zie hiervoor Hoofdstuk 7). Binnen het Aramis initiatief geldt dat de meeste energie wordt verbruikt bij het compressorstation en de terminal. Voor de gehele CCS-keten is echter vooral de afvangtechnologie bepalend wat het uiteindelijke rendement is.

## **5.12 Cumulatie van effecten met andere ontwikkelingen**

In het gebied van het Aramis initiatief zijn meerder andere ontwikkelingen voorzien.

### **Landdeel**

Voor cumulatie van effecten zijn de andere ontwikkelingen nabij het Aramis initiatief onderzocht. Dit betreft specifiek:

- CCS Porthos, vooral in de aanlegfase als er vertraging optreedt bij Porthos. Er wordt van dezelfde leidingstrook gebruik gemaakt. In het direct pipe alternatief vindt de boring van de kruising van de zeeleiding plaats vlak bij de Porthos leiding.
- TenneT bij het ontwikkelen van faciliteiten waarmee elektriciteit aan land gebracht kan worden afkomstig van windparken op zee.
- Nieuwe waterstoffabrieken in de haven van Rotterdam.
- Leidingen die in de toekomst kunnen aansluiten op het Aramis initiatief.

Volgens de huidige inzichten en planning vindt de aanleg hiervan niet plaats samen met de aanleg van Aramis, zodat er geen sprake is van cumulatie.

### **Zeedeel**

Voor het zeedeel geldt dat cumulatie vooral betrekking heeft op de beschikbare ruimte voor andere functies op zee en op verstoring van natuur. De verstoring van andere functies op zee ten gevolge van Aramis is zodanig beperkt dat er geen cumulatief effect optreedt.

Voor de mariene ecologie geldt vanwege de grote afstand waarop effecten zich kunnen voordoen echter wel dat cumulatie met de effecten van andere ontwikkelingen kunnen optreden. Hier is in de Passende Beoordeling naar gekeken en er is geconcludeerd dat het cumulatieve effect beperkt is.

### 5.13 Effecten van onvoorziene situaties

In de voorgaande paragrafen zijn de milieueffecten en risico's van het Aramis initiatief in de aanleg-, gebruik- en afsluitfase beoordeeld. Het gaat om een beoordeling van geplande werkzaamheden en activiteiten. Het is ook van belang zicht te hebben op de mogelijke gevolgen van onvoorziene omstandigheden. Binnen het Aramis initiatief zijn meerdere risico-sessies gehouden, waarin is nagedaan welke mogelijk ongewenste gebeurtenissen kunnen optreden, hoe deze kunnen worden voorkomen en hoe ervoor gezorgd kan worden dat als ze toch optreden de gevolgen zo beperkt mogelijk zijn. Vanuit milieuperspectief is het van belang vooral in beeld te hebben welke milieueffecten kunnen optreden in het geval zo'n onvoorziene situatie toch optreedt.

#### Risico's op de terminal

Het opslaan van vloeibare CO<sub>2</sub> in een tankpark van deze omvang is een nieuwe activiteit waar wereldwijd nog geen ervaring mee is. Wel is er ruime ervaring met de opslag van gekoelde vloeistoffen, zoals LPG of LNG. Waar bij deze stoffen brandgevaar het grootste risico is, zijn er bij CO<sub>2</sub>-opslag andere risico's, namelijk:

- CO<sub>2</sub> is zwaarder dan lucht en verstikkend.
- De opslag vindt plaats bij een temperatuur van -20 tot -30 °C, bij uitstroming kan de temperatuur nog lager worden.
- De opslag vindt onder druk plaats.

Bij onvoorziene situaties moet daarom rekening worden gehouden met verstikking, bevriezing, cryogene brandwonden en letsel. Lekkages brengen risico's voor mens, milieu en apparatuur. De deels onbekendheid met opslag van CO<sub>2</sub> van deze omvang was aanleiding om in dit project extra aandacht voor de veiligheid te hebben. Een zo compleet mogelijk beeld krijgen van de risico's, de oorzaken en gevolgen, was een eerste stap in dit project. Daartoe zijn er voorstudies verricht zoals een HAZID (Hazid Identification) studie en QRA. Uit deze studies zijn conclusies getrokken over welke installatiedelen aandacht nodig hebben en welke studies er in het vervolg van het project nodig zijn voor een voldoende risicobeheersing. Onder andere de volgende scenario's zijn beschouwd:

- Scheepsverlading: afbreken en lekkage van een laad- losarm.
- Leidingen: breuk en lekkage.
- Opslagtanks: vrijkomen van een deel of van de gehele inhoud van een tank.
- Pompen: falen en lekkage.
- Steigers: aanvaringen door schepen.

Uit de uitgevoerde studies zijn conclusies getrokken over welke installatiedelen aandacht behoeven en welke studies er in het verdere gedetailleerde ontwerp van het project nodig zijn voor een voldoende risicobeheersing.



### Risico's van de zeeleiding en op de platforms

De volgende mogelijk ongewenste situaties zijn onderzocht:

1. Structurele integriteit: Door verhoogde milieubelasting (wind, golven, stromingen), metaalmoeheid/corrosie/materiaaldegradatie, een seismische gebeurtenis (buiten ontwerpcriteria) of overmatig gewicht toegevoegd aan het bovendek.
2. CO<sub>2</sub>-uitstoot door lekkage of breuk van een pijpleiding of riser: Dit kan leiden tot ongewenste verspreiding van CO<sub>2</sub>, wat gevaarlijk kan zijn voor de gezondheid en het milieu.
3. Botsing met een schip: Een potentieel gevaar voor de platforms als gevolg van een aanvaring met een schip.
4. Verlies van beheersing van CO<sub>2</sub> uit het reservoir via injectieputten: Dit kan leiden tot ongewenste verspreiding van koolstofdioxide, wat gevaarlijk kan zijn voor de gezondheid en tot onbedoelde uitstoot van koolstofdioxide in de atmosfeer.
5. CO<sub>2</sub>-uitstoot van het bovendekproces van het injectieplatform: Dit kan optreden tijdens een lekkage van CO<sub>2</sub> op het platform en kan leiden tot ongewenste verspreiding van koolstofdioxide, wat gevaarlijk kan zijn voor de gezondheid en het milieu.

Om mogelijke lekkage van CO<sub>2</sub> te voorkomen worden veiligheidsstudies uitgevoerd voor de verschillende componenten van het Aramis initiatief. Lekkage van dense phase CO<sub>2</sub> kan leiden tot een deken van CO<sub>2</sub>, met een tijdelijke verstoring voor de directe omgeving. Het is van belang dat bij lekkage de directe omgeving geëvacueerd wordt. De veiligheidsstudies worden nader afgestemd met de Veiligheidsinspectie (Veiligheidsregio Rotterdam, Inspectie Leefomgeving en Transport en Staatstoezicht op de Mijnen). De veiligheidsmaatregelen die worden geïmplementeerd zijn (per faaloorzaak) zoals omschreven in het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid (Module V - Buisleidingen) en de bijbehorende toelichting.

### Milieueffecten

De bovenstaande risico's hebben, naast veiligheidsrisico's, vooral tot gevolg dat CO<sub>2</sub> in de atmosfeer komt. Dit kan gecontroleerd gebeuren, via venting als de druk van de leiding moet worden gehaald, of ongecontroleerd ter plaatse van een lekkage. Voor de noodzaak tot venten, het aflaten van CO<sub>2</sub> uit installaties en leidingen, zijn voorzieningen getroffen. In de leidingen zijn afsluiters opgenomen (valves), zodat de hoeveelheid CO<sub>2</sub>-emissie zo beperkt mogelijk is. De gevolgen zijn tijdelijk en lokaal, en kunnen gevolgen hebben voor de bodem en eventueel de lokaal aanwezige soorten in het geval de leiding of put ondergronds lek raakt.

### Veiligheidseffecten

De belangrijkste effecten zijn op het gebied van veiligheid. Met behulp van de externe veiligheidsberekeningen en de nautische veiligheid is aangetoond dat voldoende maatregelen door Aramis zijn getroffen, zodat de kans op een dergelijke gebeurtenis zeer klein is.

## 5.14 Verschillen alternatieven en varianten

In de vorige paragrafen zijn de milieueffecten beschreven, inclusief de effecten voor alternatieven en varianten. In deze paragraaf zijn de belangrijkste verschillen in milieueffecten tussen alternatieven en varianten samengebracht.

### Alternatieve locaties van de terminal

De locatie van GATE Tank 5 bevindt zich dicht bij de Porthos compressorlocatie. Dit heeft als voordeel dat de verbindingsleidingen vanaf de steigers naar de opslagtanks en van de tanks naar het mengpunt bij Porthos korter zijn. Het nadeel is dat de risicocontour van de locatie deels overlapt met het compressorstation. Beide aspecten leiden niet tot verschil in milieuscores tussen de alternatieve locaties van de terminal bij MOT of GATE tank 5.

### **Alternatieve kruisingen van de zeekering en de Maasgeul**

De kruising kan plaatsvinden met een microtunnel onder de zeekering en Maasgeul of een direct pipe boring onder de zeekering gevolgd door een gebaggerde sleuf in de Maasgeul nabij de Porthos boring. De belangrijkste verschillen tussen deze alternatieven zijn de stikstofdepositie in de aanlegfase en de omgevingsveiligheid in de gebruiksfase.

Als gevolg van het vele baggerwerk in de Maasgeul leidt het direct pipe alternatief tot een hogere toename van stikstofdepositie dan het alternatief microtunnel en het is nog niet mogelijk om het baggerwerk in de Maasgeul met elektrisch materieel uit te voeren.

Voor het microtunnel alternatief is het met extra maatregelen goed mogelijk om de risicocontour voor het landdeel van de zeeleiding te beperken tot binnen de voorgeschreven 5 meter. Maar voor het direct pipe alternatief zijn er door de windturbines nog aanvullende maatregelen voor omgevingsveiligheid nodig om het gebruik van de zeeleiding op land vergunbaar te maken.

### **Alternatieve tracés van de zeeleiding**

Er zijn verder geen verschillen op milieuthema's tussen de alternatieve tracés.

### **Varianten opslag tanks**

De opslag tanks kunnen bolvormig of cilindrisch worden uitgevoerd. Dit leidt tot kleine verschillen in de fundering, geluidscontour en risicocontouren, maar niet tot andere beoordeling van de milieueffecten.

### **Varianten koelwaterverwerking**

Voor de lozing van opgewarmd koelwater is een variant onderzocht, waarbij vanuit het Porthos compressorstation directe lozing plaats vindt in de Yukonhaven. Daarvoor geldt dat een afvoerleiding moet worden aangelegd, waardoor extra grondverzet nodig is (milieuthema bodem). Ook leidt dit grondverzet mogelijk tot licht negatieve effecten op beschermde soorten. De aanleg van deze variant draagt bij aan de totale stikstofdepositie van Aramis in Natura 2000-gebieden.

Deze variant leidt in de gebruiksfase tot zeer negatieve effecten, omdat de opwarming van de Yukonhaven boven de daarvoor geldende norm uitkomt. Toepassing van deze variant is alleen te overwegen als er aanvullende effectieve mitigerende maatregelen zijn toe te passen. Zoals de temperatuur van het koelwater verlagen, het uitlaatpunt aanpassen of andere vormen van hergebruik van de warmte toe passen. Het lijkt goed mogelijk hier oplossingen voor te vinden, maar deze zijn nog niet uitgewerkt.

### **Varianten type eindpunt op zee**

De effecten van een distributieplatform zijn groter dan van een eindpunt op de zeebodem. Zowel in de aanlegfase als tijdens het gebruik kan er door het distributieplatform meer verstoring van mariene ecologie, broedvogels, vleermuizen en visserij en scheepvaart optreden dan bij een eindpunt op de zeebodem.

## 6 Beschouwing mogelijke effecten buiten scope Aramis initiatief

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke effecten van de onderdelen van de CCS-keten, buiten de scope van het Aramis initiatief. De eerste paragraaf beschrijft de mogelijke effecten van de afvang, compressie en het transport van leveranciers. Daarna zijn de bevindingen van de diepe ondergrond beschreven en in de laatste paragraaf staan de mogelijke effecten die kunnen optreden in de eindsituatie, bij maximale benutting van de Aramis transportcapaciteit.

### 6.1 Milieueffecten van afvang, compressie en transport van leveranciers

De milieueffecten van afvang en transport van CO<sub>2</sub> leveranciers zijn schematisch in beeld gebracht en getoetst, aangezien er geen specifieke locaties en installaties beschreven kunnen worden. Dit MER heeft ook niet tot doel een onderbouwing te geven voor besluiten die voor de afvang en transport noodzakelijk zijn. Daarvoor worden separate besluitvormingstrajecten, met eventuele mer-(beoordelings)-procedure, doorlopen.

Voor het afvanggedeelte is onderzoek gedaan naar mogelijke afvanginstallaties, de benodigde compressorcapaciteit en het transport waarmee de CO<sub>2</sub> naar het Aramis initiatief wordt gebracht. Het transport kan plaatsvinden via een aansluitleiding waarmee gasvormig CO<sub>2</sub> vanaf de locatie van de leverancier naar het aansluitpunt op de Porthos-landleiding wordt gebracht. Of per schip naar de steigers van de CO<sub>2</sub>next terminal.

Tabel 6-1 geeft een indicatieve beoordeling van de milieueffecten van afvang, compressie en transport. De praktische uitvoering verschilt per bedrijf, maar onderstaand overzicht geeft een beeld van de aandachtspunten. De negatieve effecten hebben met name betrekking op het extra energieverbruik en de mogelijke stikstofdepositie. De afvang heeft een sterk positief effect op CO<sub>2</sub>-emissies naar de lucht, deze worden aanzienlijk minder.

Tabel 6-1. Indicatieve beoordelingstabel milieueffecten afvang met aandachtspunten voor mogelijke effecten leveranciers

Thema	Toelichting	Afvang	Compressie	Leiding-transport	Scheepvaart
Bodem	Vergraving, mogelijke verwerking bodemverontreinigingen	-	-	-	0
Water	Bemaling bij aanleg, compensatie verhard oppervlak	-	-	-	0
Archeologie	Naar verwachting activiteiten in al verstoord gebied	0	0	0	0
Landschap	Mogelijk hoge toren	-	0	0	0
Geur en licht	Geen aanvullende emissies	0	0	0	0
Geluid	In aanlegfase en gebruiksfase extra geluidsproductie, binnen normen	-	-	0	0
Externe veiligheid	Volgens industriële normen	-	-	-	0
Nautische veiligheid	Volgens voorwaarden scheepvaartveiligheid	0	0	0	-
Verkeer	In aanlegfase extra transport van materiaal en materieel	-	-	-	0
Afval	Het vrijkomende materiaal kan verwerkt worden	-	0	0	0
Luchtemissies	De samenstelling van de vrijkomende gassen wijzigt, minder CO <sub>2</sub> , andere stoffen	-	0	0	0
CO <sub>2</sub> -emissies	De CO <sub>2</sub> -emissies naar de lucht worden aanzienlijk minder	++	0	0	0
Energieverbruik	Benodigde extra energie	--	--	0	-
Warmte	Warmteontwikkeling	-	-	0	0
Natuur	Stikstofdepositie aanleg- en gebruiksfase	--	-	-	-

### Afvang

In de aanlegfase treden er effecten op op het gebied van geluid en verkeer. Aangezien de afvang plaatsvindt bij een industrieel bedrijf ligt het voor de hand dat deze effecten in het verlengde liggen van andere verstoring in een industrieel gebied en niet zodanig dat buiten de vergunbare grenzen wordt gekomen. Op het industriegebied kunnen bijvoorbeeld geluidszones en veiligheidscontouren gelden waarbinnen de ontwikkeling moet blijven. Indien nodig zijn er mitigerende maatregelen te nemen.

Voor de aspecten bodem en water worden beperkte effecten verwacht. Er is in de aanlegfase mogelijk vergraving en bemaling van grondwater nodig. Beide kunnen ertoe leiden dat lokale bodemverontreinigingen worden aangetroffen, die verwijderd worden, waardoor uiteindelijk een betere situatie ontstaat. Ten aanzien van archeologie en landschappelijke inpassing is het de verwachting dat dit in de industriële gebieden waar de afvang is voorzien niet tot effecten leidt.

Voor het afvangproces is, afhankelijk van de gekozen techniek, sprake van het gebruik van chemicaliën en afvalstoffen die verwijderd moeten worden. Bij de afvangtechnieken (en bij de compressie) komt een aanzienlijke hoeveelheid warmte vrij. Dit kan leiden tot een negatief effect voor het milieu.

De afvangtechnieken voorkomen (in de gebruiksfase) dat CO<sub>2</sub>-emissie ontstaat bij bedrijven. Maar de benodigde energie leidt indirect tot CO<sub>2</sub>-emissie aangezien de benodigde energie opgewekt moet worden. Bij inzet van uitsluitend elektriciteit uit hernieuwbare bronnen, ook voor warmteproductie, is de indirecte CO<sub>2</sub>-emissie in principe nihil. In Hoofdstuk 7 wordt nader ingegaan op energieverbruik bij afvang en compressie.

Afhankelijk van de gekozen afvangtechniek kan er in de gebruiksfase mogelijke toename zijn luchtmissies van verontreinigende stoffen. Er zijn toepassingen van chemische absorptie voor afvang van CO<sub>2</sub> waarbij uit rookgassen emissies naar de lucht optreden van stikstofverbindingen en andere luchtverontreinigende stoffen. Bij fysische absorptie, VPSA en cryogene afvang treden door de aard van het proces en de gasmengsels waarop ze worden toegepast naar verwachting geen directe emissies van stikstofverbindingen en andere milieuverontreinigende stoffen naar lucht op.

In de aanlegfase moet, afhankelijk van de locatie, rekening worden gehouden met verstoring van vogels en andere fauna. Mogelijke effecten op natuur kunnen optreden ten gevolge van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden. Aangezien de leveranciers nog niet bekend zijn, is dit niet verder gekwantificeerd in dit MER.

### **Compressie**

Voor de aanleg van de compressoren moet in de aanlegfase met dezelfde mogelijke milieueffecten rekening worden gehouden als bij het plaatsen van de afvanginstallatie. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat er binnen de industriële inrichting (milieu)ruimte is voor de benodigde compressoren.

In de gebruiksfase bestaan de milieueffecten uit het energieverbruik. Aangenomen is dat er luchtkoeling wordt gebruikt. Als er voor waterkoeling wordt gekozen, ontstaan er effecten op het oppervlaktewater, door het innemen en lozen van koelwater.

### **Aansluitleidingen**

De Porthos landleiding wordt aangelegd op relatief korte afstand van mogelijke CO<sub>2</sub>-leveranciers in de Rotterdamse Haven. Het ligt zodoende in de verwachting dat de afstand van de inrichting met de afvanginstallatie en het aansluitpunt op de transportleiding beperkt is. In dit MER wordt ervan uitgegaan dat het niet meer is dan een paar honderd meter.

Voor de aanleg van aansluitleidingen wordt grond vergraven. Dit betekent dat grond wordt verwijderd en er mogelijk bemaling van grondwater optreedt. Er kunnen bodemverontreinigingen in de route worden aangetroffen. Deze dienen mogelijk gesaneerd te worden. Vergraven grond wordt weer teruggebracht op de oorspronkelijke locatie, zodat geen grondstromen ontstaan. Tijdens de aanlegfase moet rekening worden gehouden met verkeerseffecten, geluidseffecten, mogelijke stikstofemissie en externe veiligheid.

In de gebruiksfase worden geen milieueffecten verwacht. De externe veiligheidscontouren voor de gebruiksfase moeten worden berekend. Het is de verwachting dat hier geen overschrijding van normen optreedt.

Als er een lekkage ontstaat in de aansluitleiding, komt er CO<sub>2</sub> vrij. Dit is een negatief effect op het aspect reductie CO<sub>2</sub>-emissies, gedurende een beperkte tijd. Ten aanzien van veiligheid en gezondheid dienen voorzorgmaatregelen te worden genomen door de leverancier.

### Scheepvaart

Er zijn momenteel schepen in ontwikkeling voor het transport van vloeibaar CO<sub>2</sub>. Er wordt rekening gehouden met twee soorten schepen. De binnenvaartschepen (barges) en de zeeschepen (coasters). Vanuit Aramis zijn randvoorwaarden opgesteld voor de schepen die leveren aan de terminal. Daar waar scheepvaart plaatsvindt binnen de drukbevaren scheepvaartroutes, worden ze gezien als onderdeel van het heersende verkeersbeeld. Daar waar ze specifiek afwijken van deze route om de haven binnen te varen of aan te leggen aan steigers, worden de milieueffecten toegerekend aan de haven of steigers.

Voor de terminal geldt dat de schepen die aanleggen bij de steigers, mogelijk bijdragen aan de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden. Om de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden zo gering mogelijk te houden, varen de binnenvaartschepen vanaf het heersende verkeersbeeld tot de steigers elektrisch. Het aantal zeeschepen dat kan aanleggen zonder elektrische aandrijving is gemaximeerd. Het transport per schip is in de stikstofberekeningen meegenomen. Daarvoor zijn aannames gedaan over de scheepsbewegingen en mogelijke emissies. Daarnaast moet bij scheepstransport rekening worden gehouden met de voorwaarden voor nautische veiligheid.

## 6.2 Bevindingen diepe ondergrond

Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste bevindingen uit de deelrapporten Diepe Ondergrond. In de deelrapporten is de opbouw van de ondergrond ter plaatse van de leeg geproduceerde gasvelden, de wijze waarop de CO<sub>2</sub> opslag is gepland en de mogelijke gevolgen van CO<sub>2</sub> opslag beschreven. Dit is gedaan voor de opslag in de leeg geproduceerde gasvelden (opslagreservoirs<sup>44</sup>) L04-A (TotalEnergies en partners), K14-FA (Shell en partner) en L10-ALBE (Neptune Energy en partners).

Het MER heeft niet tot doel om een onderbouwing te geven voor besluiten die voor de diepe ondergrond noodzakelijk zijn. Daarvoor worden separate besluitvormingstrajecten doorlopen. In deze paragraaf is specifiek ingegaan op de veranderingen in de diepe ondergrond, de mogelijke gevolgen in de biosfeer, de risico's op lekkage en migratie van CO<sub>2</sub> en de afsluiting van de opslagreservoirs.

#### Terminologie

In de tekst wordt gesproken van gasvelden, reservoirs, CO<sub>2</sub>-opslagvoorkomens en CO<sub>2</sub>-opslagcomplex.

- De gasvelden kunnen bestaan uit een aantal gekoppelde ondergrondse formaties, waarin aardgas is opgeslagen, of opgeslagen is geweest.
- De reservoirs zijn de afzonderlijke formaties waarin aardgas of later CO<sub>2</sub> zich kan bevinden.
- CO<sub>2</sub>-opslagvoorkomen is een formele term die aanduidt waar CO<sub>2</sub> wordt opgeslagen.
- CO<sub>2</sub>-opslagcomplex bestaat uit het CO<sub>2</sub>-opslagvoorkomen met de formaties daaromheen, waarin geen CO<sub>2</sub>-opslag is voorzien, maar indien CO<sub>2</sub> daar belandt er nog steeds sprake is van permanente geologische opslag.

Bij toekomstige verdere uitbreiding kunnen extra platforms en opslagreservoirs worden aangesloten op het Aramis initiatief dan de nu bekende platforms van TotalEnergies, Shell en Neptune Energy. De hier beschreven bevindingen voor de diepe ondergrond, zijn naar verwachting ook representatief voor andere opslagreservoirs, platforms en putten die in de toekomst aansluiten op het Aramis initiatief.

<sup>44</sup> In de CCS-Richtlijn en de Mijnbouwwet wordt vakterminologie gebruikt om verschillende formaties die bij de CO<sub>2</sub> opslag zijn betrokken aan te duiden (zoals opslagcomplex, opslaglocatie en opslagvoorkomen). Die termen zijn in de deelrapporten toegepast, maar voor de leesbaarheid is in dit hoofdrapport alleen de algemene term opslagreservoirs gebruikt waarmee de leeg geproduceerde gasvelden worden bedoeld waarin het CO<sub>2</sub> wordt geïnjecteerd.

Tabel 6-2 geeft de risicobeoordeling van de mogelijke veranderingen in de diepe ondergrond. Er is gekeken naar de mechanische, chemische en thermische veranderingen in de diepe ondergrond, de invloed op nabijgelegen gesteenten en de effecten op de biosfeer. Er zijn neutrale, licht negatieve en negatieve effecten voorzien en positieve effecten. In de volgende paragrafen zijn deze scores toegelicht.

Tabel 6-2. Tabel met risicobeoordelingen van de veranderingen in de diepe ondergrond (beoordeling is generiek voor alle opslagreservoirs)

Mechanische veranderingen	Geologische structuur van de diepe ondergrond	Herstel oorspronkelijke situatie
Aanlegfase	0	0
Injectiefase	0	0
Afsluitfase	0	0
Lange termijn	0	0
Bijzondere omstandigheden	--	--
Chemische veranderingen		
Aanlegfase	0	
Injectiefase	-	
Afsluitfase	-	
Lange termijn	-	
Bijzondere omstandigheden	-	
Thermische veranderingen		
Aanlegfase	0	
Injectiefase	--	
Afsluitfase	0	
Lange termijn	0	
Bijzondere omstandigheden	--	
Invloed op nabijgelegen gesteenten	Migratie/lekkage	Andere doeleinden
Aanlegfase	0	0
Injectiefase	0	--
Afsluitfase	0	--
Lange termijn	0	--
Bijzondere omstandigheden	-	0
Effecten op de biosfeer	Bodembeweging	Bodemtrilling
Aanlegfase	0	0
Injectiefase	0	0
Afsluitfase	0	0
Lange termijn	0	+
Bijzondere omstandigheden	0	-

### 6.2.1 Mechanische, chemische en thermische veranderingen in de diepe ondergrond

Als gevolg van de gasproductie is de druk in de gasvelden afgenomen. Deze drukdaling heeft geleid tot spanning tussen het opslagreservoir en zijn omgeving, omdat het drukverschil tussen beiden groter is geworden. Door de injectie van CO<sub>2</sub> treden mechanische veranderingen op. Dat komt omdat de druk in het opslagreservoir weer toeneemt tot de hydrostatische druk en de temperatuur in de buurt van de injectieputten afneemt door het relatief koude CO<sub>2</sub>. De door gaswinning ontstane onderdruk in het opslagreservoir wordt deels opgeheven. Hierdoor vindt een gedeeltelijk herstel naar de oorspronkelijke situatie plaats. De druk neemt niet toe tot boven de oorspronkelijke druk. Toename van de druk in het opslagreservoir leidt daarom niet tot aantasting van de gesteentestructuur.

In het kader van CATO<sup>45,46</sup>, ROAD<sup>47</sup> en Porthos<sup>48</sup> zijn onderzoeken uitgevoerd naar breukbewegingen als gevolg CO<sub>2</sub>-injectie. Ook hebben de operators specifiek voor de leeg geproduceerde L04-A, K14-FA en L10-ALBE gasvelden geomechanische analyses uitgevoerd. Deze onderzoeken hebben laten zien dat de breuken zich stabiliseren tijdens CO<sub>2</sub>-injectie. Berekeningen hebben uitgewezen dat de aanwezige breukzones niet worden gereactiveerd, zodat de mechanische veranderingen zonder negatieve gevolgen zijn.

Het te injecteren CO<sub>2</sub>-mengsel bestaat voor meer dan 95% uit CO<sub>2</sub>. Het is de verwachting dat het CO<sub>2</sub> in beperkte mate reageert met vloeistoffen die van nature in het opslagreservoir voorkomen. Voor de bijkomende stoffen in het CO<sub>2</sub>-mengsel, is ook een reactie mogelijk. Geochemische berekeningen laten zien dat met de injectie van CO<sub>2</sub> enkele mineralen kunnen oplossen, terwijl andere mineralen ontstaan door chemische reacties. Ook daalt de pH tot licht zure omstandigheden, waardoor reacties kunnen plaatsvinden. De samenstelling van het te injecteren CO<sub>2</sub>-mengsel is zo, dat dit minimaal effect heeft op het gesteente en de vloeistoffen die van nature in het reservoir voorkomen. Chemische veranderingen kunnen plaatsvinden, maar zijn niet verstorend.

In de afsluitende lagen vindt gedeeltelijke oplossing van enkele mineralen plaats. Deze hoeveelheden zijn zeer klein en leiden tot een minimale verandering in porositeit. Gezien de dikte van de afsluitende lagen vormt dit geen probleem voor de afdichting van de opslagreservoirs.

Er wordt relatief koud CO<sub>2</sub> in de opslagreservoirs gebracht. Bij het begin van de injectiefase is de temperatuur iets boven de 15°C, terwijl de temperatuur in de opslagreservoirs boven de 100°C is. De thermische veranderingen vormen een risico voor de putintegriteit wanneer de druk lokaal rondom de put boven de hydrostatische druk uitkomt. Dit is mogelijk tijdens de injectiefase. Als dit voorkomt, kunnen de thermische veranderingen leiden tot aantasting van het cement en de vorming van micro-annuli. Hierdoor neemt de putintegriteit af.

Uit berekeningen blijkt dat de reservoirkoeling beperkt is tot een straal van minder dan 500 meter rond de injectieputten. De thermische veranderingen hebben geen invloed op de integriteit van afdekkende lagen.

<sup>45</sup>CATO is een afkorting van CO<sub>2</sub> Afvang, Transport en Opslag.

<sup>46</sup>CATO2 (2011): Feasibility study P18 (final report). Vandeweijer et al. (CATO2-WP3.01-D06), 2011

<sup>47</sup>ROAD (2011): Technical Transport & Storage basis for MER and Permitting reports, 2010, ROAD, 5 mei 2011; RD-T+S-MCP-REP-P-0010

<sup>48</sup>TAQA, EBN (2021): Aanvraag CO<sub>2</sub>-opslagvergunning reservoir P18-2



## 6.2.2 Mogelijke gevolgen in de biosfeer

Bodembeweging en aardbevingen kunnen gevolgen hebben in de biosfeer.

### Bodembeweging

Bij de winning van aardgas is de druk in de opslagreservoirs afgenomen. Door de afname van de druk is de bodem boven de opslagreservoirs gedaald. Op basis van berekeningen is de maximale bodemdaling na voltooiing van de gasproductie zo'n 10 cm boven het centrum van het K14-gasveld, 5 cm boven het centrum van het L10-ALBE gasveld en 6 cm boven het centrum van het L04-A gasveld. Het weer op druk brengen van de opslagreservoirs heeft tot gevolg dat, afhankelijk van de mate van het elastisch gedrag van het gesteente, de bodem weer enkele centimeters kan stijgen. De bodemstijging heeft, net als de bodemdaling tijdens gasproductie een minimaal effect op het milieu.

### Risico van aardbevingen

Door de injectie van CO<sub>2</sub> verandert de druk in de diepe ondergrond. Dit zou kunnen leiden tot reactivatie van bestaande breukzones. Bij de reactivatie kan een trilling of aardbeving optreden, die meetbaar is in de biosfeer.

Er zijn seismische risicoanalyses uitgevoerd om het risico op aardbevingen te bepalen, volgens de methodiek die wordt toegepast bij de winning van aardgas. Hieruit blijkt dat er geen aardbevingen worden verwacht. Het risico op bodemtrillingen neemt op de lange termijn af, omdat de CO<sub>2</sub>-migratie door de opslagreservoirs heen zorgt voor een opheffing van het drukverschil.

Mochten er toch aardbevingen optreden dan blijven ze onder magnitude 4 op de schaal van Richter. Deze trillingen leiden niet tot schade aan de installatie en faciliteiten of tot CO<sub>2</sub>-lekkage uit de opslagreservoirs. Een dergelijke beving op zee is amper voelbaar aan de kust en veroorzaakt geen hoge golven. Het risico voor aardbevingen is vergelijkbaar met de mate waarin dat voor veel gaswinningen op de Noordzee geldt.

## 6.2.3 Risico's op lekkage en migratie van CO<sub>2</sub>

In het AMESCO<sup>49</sup>-onderzoek zijn vier hoofdroutes voor mogelijke migratie en lekkage geïdentificeerd. Tabel 6-3 geeft de risicobeoordelingen van lekkage en migratie van CO<sub>2</sub> via de vier hoofdroutes. Het meest kritisch wordt lekkage door of langs de put gezien. De put is de plek waar de geologische structuur, waarin miljoenen jaren een gas zat opgesloten, is doorboord. De andere routes zijn meer natuurlijke routes door de diepe ondergrond, via de afdichtende laag, door breukzones of via een spilpunt. Hieronder zijn deze scores toegelicht. Monitoring wordt ingezet om lekkage en migratie tijdig te detecteren.

Tabel 6-3. Tabel met risicobeoordelingen van lekkage en migratie van CO<sub>2</sub> (beoordeling is generiek voor alle opslagreservoirs)

Lekkage en migratie	Risico
Putten	--
Afsluitend gesteente	-
Breuken	--
Spilpunt	-

<sup>49</sup> AMESCO Algemene Milieu Effecten Studie CO<sub>2</sub> Opslag, Golder Associates, Ecofys, CE Delft, TNO, Royal Haskoning, 1 juli 2007. In de AMESCO Stuurgroep zaten vertegenwoordigers van NAM, SEQ, NOGEPa, Essent, Electrabel, Eneco, Provincie Groningen, Friesland, Drenthe, Zuid-Holland, Ministerie VROM, Staatstoezicht op de Mijnen.

**Putten**

De putten zijn onderzocht op mogelijke migratie- of lekrisico's. TotalEnergies past bestaande gasproductieputten zodanig aan dat geen lekkage of migratie wordt verwacht. Ook boort TotalEnergies nieuwe putten, net als Shell en Neptune Energy. Voor de nieuwe putten wordt een specifiek CO<sub>2</sub>-putontwerp toegepast, met hoogwaardige uitvoering van het boren en de completion (het klaar maken van de put voor injectie) zodat geen lekkage of migratie wordt verwacht.

Het is onwaarschijnlijk dat tijdens de injectiefase CO<sub>2</sub> ontsnapt via lekpaden buiten de casing of tubing van een injectieput. Er is een mogelijk restrisico met betrekking tot het ontstaan van micro-annuli. Er is onderzoek gedaan naar het risico dat CO<sub>2</sub> naar bovenliggende gesteentelagen kan ontsnappen via micro annuli. Micro annuli zijn hele kleine ruimten in het cement om de put, die ontstaan doordat er een temperatuurverschil is tussen de putwand en de omgeving. Doordat het CO<sub>2</sub> in de put nog temperatuurverschillen kan hebben, gaat de putwand uitzetten en krimpen. De putintegriteit kan afnemen door corrosie van het staal of door chemische vertering van het cement. Door de druk in het opslagreservoir onder de hydrostatische druk te houden, wordt voorkomen dat CO<sub>2</sub> door deze annuli naar boven wordt gedrukt.

Onder bijzondere omstandigheden kunnen in het geval van calamiteiten, de kritische grenzen voor temperatuur en druk tijdelijk worden overschreden. Hierbij ontstaan risico's op beschadigingen van het gesteente en de putmaterialen. Lekkage door een zogeheten blow-out wordt als onwaarschijnlijk beschouwd (in overeenstemming met de ervaring in de sector). Dit wordt ook voorkomen door bijvoorbeeld de ondergrondse afsluiters die de put kunnen afsluiten in het uitzonderlijke geval dat CO<sub>2</sub> naar de oppervlakte migreert door de put.

**Afsluitend gesteente**

De opslagreservoirs worden aan de bovenkant afgesloten door een afsluitende gesteentelaag. Als CO<sub>2</sub> hierin terecht komt, geldt dit als migratie en wordt het nog steeds gezien als opgeslagen in ondergrondse formaties. Pas als CO<sub>2</sub> naar buiten komt in de gesteentelagen die boven de afsluitende gesteentelaag liggen, is er sprake van lekkage. De hier bovenliggende gesteentelagen hebben voldoende weerstand om ervoor te zorgen dat het CO<sub>2</sub> niet tot aan de zeebodem komt en tot emissie leidt.

**Breukzones**

Rondom en binnen de opslagreservoirs liggen breukzones. De breukzones zijn in beeld gebracht met de vraag in hoeverre ze sluitend zijn. Naar verwachting neemt de spanning op de breukzones door de injectie van CO<sub>2</sub> af, waardoor de breuken zich stabiliseren en het risico op reactivatie kleiner wordt. De putten moeten wel op voldoende afstand van de breukzones blijven om verspreiding van het koudefront tot de breukzone en daarmee het risico van beweging in de breuken te voorkomen.

**Spilpunt**

Als er te veel CO<sub>2</sub> wordt geïnjecteerd, bestaat het risico dat het naar de zijanten wegstroomt uit de opslagreservoirs voorbij een zogenaamd spilpunt (dit wordt ook wel overstromingspunt of zadelpunt genoemd). Dit kan ook gebeuren als er een voorkeursstromingsrichting bestaat, waardoor een deel van het opslagreservoir versneld opvult. Er zijn berekeningen gedaan naar de risico's op lekkage via spilpunten in de opslagreservoirs. De injectie strategieën worden zo ontworpen dat lekkage via een spilpunt wordt voorkomen.

#### 6.2.4 Afsluiting opslagreservoirs

De afsluiting van de opslagreservoirs bestaat uit het eerst vaststellen dat er een stabiele eindsituatie is, daarna afdichting van de putten en tot slot verwijderen van de put tot in de zeebodem. Voor de andere mijnbouwinstallaties wordt een afweging gemaakt of er nog (her)gebruik wenselijk is of dat deze verwijderd moeten worden.

##### Stabiele eindsituatie

Bij de afsluiting van de opslagreservoirs is het van belang dat er eerst een stabiele eindsituatie ontstaat. Dit kan worden vastgesteld door monitoring in de injectieputten, die dan dienstdoen als monitoringsputten. Onderdeel van de stabiele eindsituatie is dat duidelijk wordt dat de einddruk in het opslagreservoir niet boven de hydrostatische druk uitkomt. Zodra dit is vastgesteld, kan worden overgegaan tot de afsluiting van de putten.

##### Afsluiten putten

Alle putten in de opslagreservoirs moeten veilig worden afgesloten. Dit geldt zowel voor de gebruikte injectieputten als de overige putten die in contact staan met het opgeslagen CO<sub>2</sub>, zoals monitoringsputten. Voor de veilige afsluiting van de putten moeten protocollen worden gevolgd.

De putten worden afgesloten door het plaatsen van pluggen en mogelijk herstel van de cementkwaliteit van de put. In alle putten wordt ter hoogte van de primaire afsluitende gesteentelaag een cementplug geplaatst. De cementplug is een mechanische barrière die de afsluiting maakt over de volledige doorsnede van de put. Dit wordt ook wel een formatie-tot-formatie barrière genoemd

##### Verwijderen putten

De putten worden verwijderd, wat inhoudt dat vanaf de putmond tot circa 6 meter onder de bodem van de zee het materiaal van de put wordt verwijderd (conform artikel 8.5.3.2 Mijnbouwregeling). Het platform blijft bestaan, tenzij er geen andere activiteiten meer worden voorzien voor het platform. In dat geval vindt dezelfde ontmanteling plaats als was voorzien als er geen CO<sub>2</sub>-injectie had plaatsgevonden vanaf de putten op het platform.

### 6.3 Effecten eindsituatie – maximale benutting

Het Aramis initiatief wordt ontwikkeld met de intentie in de toekomst meerdere leveranciers van CO<sub>2</sub> en meerdere opslagpartijen te faciliteren. In totaal kan er maximaal 22 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar worden getransporteerd. De zeeleiding is hierop al voorzien door connectiepunten en een distributiepunt op het eindpunt. Toekomstige uitbreiding vraagt om verdere aanpassingen bij het verzamelpunt, voor de terminal en de mogelijke aansluiting van andere CO<sub>2</sub>-toevoerleidingen op de zeeleiding op land. Op zee zijn er aanvullend mogelijkheden om verbindingsleidingen naar nieuwe platforms met bijbehorende opslagreservoirs op de zeeleiding aan te sluiten. In deze paragraaf is nader ingegaan op toekomstige uitbreidingen en de mogelijke milieueffecten van de eindsituatie.

#### 6.3.1 Toekomstige uitbreidingen van de Aramis CCS-keten

Toekomstige uitbreiding en benutting van de capaciteit van de Aramis CCS-keten is mogelijk door:

- Het verder verruimen van de mogelijkheden om CO<sub>2</sub> aan te leveren.
- Meer mogelijkheden te bieden voor de opslag van CO<sub>2</sub>.

### Uitbreiden van de mogelijkheden voor de levering van CO<sub>2</sub>

In de startsituatie en de eerste uitbreidingssituatie wordt CO<sub>2</sub> aangeleverd met schepen bij de terminal en vanuit de Porthos landleiding bij het compressorstation. In de toekomst kan dit uitgebreid worden doordat:

- CO2next kan in de toekomst ook de faciliteiten gaan bieden om vloeibaar CO<sub>2</sub> aan te leveren met trucks of per spoor of meer en grotere schepen te ontvangen. Dit kan met aanpassing van het CO2next terminalterrein worden verwerkt.
- Het compressorstation wordt zodanig uitgebreid dat de maximale aanvoer uit de Porthos landleiding in de toekomst kan worden verwerkt tot de gewenste temperatuur en druk voor de Aramis zeeleiding.
- Er kunnen nieuwe landleidingen worden aangesloten op het landdeel van de zeeleiding, mits in de vorm van dense phase CO<sub>2</sub> met de juiste specificaties. Hiervoor worden connectiepunten op het landdeel van de zeeleiding gemaakt, zodat in de toekomst de koppeling met nieuwe leidingen mogelijk is. Hierbij wordt specifiek rekening gehouden met een toekomstige aansluiting van de Delta Rhine Corridor (zie kader).

#### Delta Rhine Corridor

De Delta Rhine Corridor (DRC) is aangemerkt als project van nationaal algemeen belang en is opgenomen in het MIEK. De opgave omvat het gelijktijdig aanleggen van meerdere buisleidingen en ondergrondse gelijkstroomverbindingen van Rotterdam via Moerdijk naar Chemelot in Geleen en naar de Duitse grens. Dit voornemen gaat voornamelijk om de aanleg van zes buisleidingen voor het transport van onder meer CO<sub>2</sub>.

Voornamelijk wordt voorzien dat de DRC-leiding aankomt vanuit zuidelijke richting op de Maasvlakte voor samenvoeging met andere CO<sub>2</sub>-stromen in een transportsysteem op zee. Daarmee komt de leiding niet noodzakelijk in dezelfde leidingstrook te liggen als de leidingen van Porthos en Aramis. Het is de verwachting dat CO<sub>2</sub> met de DRC-leiding in dense phase wordt aangevoerd, waarbij de druk tussen 80 en 180 bar bedraagt. Nabij het Porthos compressorstation wordt een nieuwe locatie voorzien waar CO<sub>2</sub> uit de DRC-leiding op voldoende hogere druk wordt gebracht, tot minimaal 180 bar. Daarmee is het geschikt om aangeleverd te worden aan de Aramis zeeleiding. Dit vindt plaats nabij het Aramis-mengpunt waar de CO<sub>2</sub>-stromen van de terminal en het compressorstation samenkomen. Voor de aansluiting van de DRC-leiding is tussen het Porthos-compressorstation en de kruising met de zeeleiding van de Aramis-zeeleiding, een extra connectiepunt nodig op de Aramis zeeleiding.

### Uitbreiding van de mogelijkheden voor de opslag van CO<sub>2</sub>

Shell, TotalEnergies en Neptune Energy hebben ieder voor de startsituatie en eerste uitbreidingssituatie een platform met bijbehorend opslagveld geïdentificeerd. Langs het tracé van de zeeleiding bevinden zich meer platforms en mogelijke opslagvelden dan nu benoemd zijn. Het is de verwachting dat op relatief korte termijn aanvullende platforms en opslagvelden beschikbaar komen, van deze drie initiatiefnemers, of van andere operators op de Noordzee. Aansluiting kan plaatsvinden door middel van:

- Doorvoer van CO<sub>2</sub> vanaf de nu aan te sluiten platforms naar nabijgelegen platforms.
- Aansluiten van nieuwe platforms met een verbinding rechtstreeks op het eindpunt of connectiepunten van de zeeleiding.

### 6.3.2 Toekomstige ontwikkelingen in de omgeving

Naast de mogelijke toekomstige uitbreiding en benutting van de capaciteit van Aramis, is bij het ontwerp van het Aramis initiatief ook rekening gehouden met ontwikkelingen die in de toekomst kunnen optreden. Het is van belang dat de ruimtelijke en technische keuzes zo worden gemaakt dat ze niet onnodig toekomstige ontwikkelingen belemmeren of onmogelijk maken. Het gaat specifiek om:

- Ruimte voor de aanlanding van toekomstige kabels en leidingen.
- Ruimte voor andere functies op de Noordzee.

Rekening houden met toekomstige ontwikkelingen is beperkt mogelijk, omdat er onzekerheden zijn in de plannen die nog in een beginstadium van ontwikkeling zijn. Daarom is er door Aramis extra aandacht besteed aan de gesprekken met belanghebbenden om duidelijk te krijgen wat niet alleen de huidige wensen zijn, maar ook de toekomstige plannen.

### **Ruimte voor de aanlanding van toekomstige kabels en leidingen**

Aan de noordrand van Maasvlakte I en Maasvlakte II komt infrastructuur aan land in de vorm van kabels en leidingen. Het is de verwachting dat bij toekomstige ontwikkelingen op de Noordzee er nog meer vraag komt naar ruimte voor aanlandingen van kabels en leidingen.

### **Andere functies op de Noordzee**

Bij het bepalen van het tracé van de zeeleiding is rekening gehouden met de volgende ontwikkelingen van bestaande functies op de Noordzee:

- Natura 2000-gebieden en ecologisch beschermde gebieden.
- Windenergie: de Nederlandse overheid heeft diverse extra gebieden op de Noordzee aangewezen als toekomstige locaties voor windparken op zee. In de 'Routekaart windenergie op zee' staat onder andere waar en wanneer de nieuwe windparken komen. Het tracé van de zeeleiding ontziet de nieuwe windenergiegebieden zo veel mogelijk.
- Kabels en leidingen: voor nieuwe windparken zijn ook nieuwe kabels nodig, die ruimtelijke ingepast moeten worden. Het tracé van de zeeleiding is zoveel mogelijk geclusterd met andere leidingen om de ruimte voor de toekomstige aanlanding van windparken niet te beperken.
- Scheepvaart (vaarroutes, ankergebieden): De verwachting is dat het aantal scheepsbewegingen in de komende decennia toeneemt. Ook is sprake van schaalvergroting in de scheepvaart, dat wil zeggen dat de schepen groter worden en er per schip een grotere hoeveelheid lading wordt getransporteerd. De zeeleiding ligt op een aantal locaties in de bufferzone langs de scheepvaartroute en kruist scheepvaartroutes. Nautische veiligheid is een van de ontwerpuitgangspunten voor de zeeleiding. Met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is de afspraak gemaakt dat zij meekijken op het ontwerp.
- Olie- en gaswinning: Eventuele nieuwe infrastructuur ten behoeve van olie- en gaswinning houdt rekening met bestaande en nieuwe CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur. Bestaande platforms worden na winning verwijderd of gebruikt voor andere toepassing, bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> opslag.
- Zandwingebieden.
- Militaire oefenterreinen.

## **6.3.3 Doorkijk milieueffecten van maximale benutting**

### **Ketenonderdelen**

Voor de doorgroei naar 22 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar vindt in de toekomst verdere aanpassing van het verzamelpunt plaats. Het compressorstation heeft, na beëindiging van de levering aan Porthos, ruimte om tot 10 miljoen ton CO<sub>2</sub> aan Aramis te leveren. De betekent dat een groter deel van de aangeleverde CO<sub>2</sub> tot 180 bar wordt gecompriemd. De milieueffecten bestaan uit meer benodigde energie en meer lozing van koelwater. Deze effecten zijn niet zodanig dat het niet meer vergunbaar is.

In de toekomst wordt de terminal uitgebreid. Er komen maximaal vier steigers en het aantal opslagtanks neemt verder toe. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat bij de locatie aanvoer met behulp van trucks of per spoor mogelijk wordt gemaakt. Deze uitbreidingen zijn zoals nu te voorzien mogelijk met in achtname van de benodigde maatregelen.

Het ligt in de verwachting dat in de toekomst nieuwe transportleidingen CO<sub>2</sub> gaan aanleveren vanuit het achterland. In het landdeel van de zeeleiding komt een aansluitpunt waar aanvullend dense phase CO<sub>2</sub> kan worden toegevoegd aan de zeeleiding. De aanleg en aansluiting van een nieuwe aanvoerleiding veroorzaakt milieueffecten, maar deze liggen in dezelfde orde grootte als de hier gepresenteerde milieueffecten.

Nieuwe platforms kunnen met verbindingsleidingen aansluiten op de connectiepunten (T-stukken) op de zeeleiding of op het eindpunt van de zeeleiding. De opslagpartijen kunnen daar dan naadloos op aansluiten in hun eigen details en procedures. De milieueffecten van de aansluiting van de verbindingsleidingen aan de zeeleiding zijn gering.

### **Leveranciers**

Er is een overzicht gemaakt van mogelijke afvangtechnieken en milieueffecten bij deze afvangtechnieken, inclusief compressie en transport naar het verzamelpunt. Nieuwe leveranciers veroorzaken naar verwachting vergelijkbare milieueffecten. De hier gepresenteerde milieueffecten zijn beperkt en daarmee is het de verwachting dat dit ook geldt voor toekomstige leveranciers.

### **Operators**

In de toekomst zijn aanvullend operators nodig met nieuwe opslagvelden voor opslag van CO<sub>2</sub>. De milieueffecten voor deze nieuwe opslaglocaties zijn vergelijkbaar met de hier gepresenteerde platforms, putten en verbindingsleidingen. Daarbij geldt dat de milieueffecten bij het aanpassen van een bestaand platform beperkter zijn dan bij het aanleggen van nieuwe platforms en putten.

## **6.3.4 Aandachtspunten bij verdere uitbreiding**

De toetsing op toekomstvastheid geeft aan in hoeverre het Aramis initiatief op langere termijn bruikbaar is en mogelijk uitbreidbaar of aanpasbaar.

### **Locatie terminal**

De toekomstige uitbreiding van de terminal heeft betrekking op:

- Doorvoer van meer CO<sub>2</sub> naar het Aramis initiatief.
- Er zijn drie geplande steigers voor laden en lossen van schepen. Er is ruimte voor een vierde steiger.
- Uitbreiding met nieuwe mogelijkheden om CO<sub>2</sub> te ontvangen, zoals aanlevering met trucks of per spoor.
- Uitbreiding van de mogelijkheid om grotere schepen te ontvangen.

Er zijn twee mogelijke locaties voor de terminal onderzocht, de MOT locatie, en de locatie Gate Tank 5 nabij het Porthos compressorstation. De terminal is zo ingericht dat uitbreiding mogelijk is met de aanvoer van CO<sub>2</sub> met grotere schepen. Op den duur is het ook een optie dat CO<sub>2</sub> wordt aangeleverd met andere transportmodaliteiten zoals as en spoor. Er is de mogelijkheid CO<sub>2</sub> te laden op schepen die andere bestemmingen hebben. De locatie MOT is geschikt voor toekomstige uitbreiding. De locatie Gate Tank 5 is relatief klein, met voldoende ruimte voor de startsituatie en de eerste uitbreidingssituatie, maar niet voor verdere uitbreiding met aanvullende opslagtanks. Bij de MOT locatie is voldoende ruimte om in de toekomst verder te groeien.

### **Kruising zeevering / Maasgeul**

Beide kruisingen hebben voordelen voor wat betreft toekomstvastheid:

- De Microtunnel laat meer ruimte over voor andere aanlandingen aan de westzijde. Daarnaast is er de mogelijkheid in de tunnelbuis andere kabels of leidingen te plaatsen. Momenteel hebben zich nog geen andere medegebruikers gemeld. De uitvoering van de Microtunnel kan leiden tot nieuwe leereffecten.
- De Direct pipe boring bevindt zich nabij de Porthos boring, zodat de Haaievin vrij blijft voor toekomstige ontwikkelingen.

### **Route zeeleiding**

Alle routes van de zeeleiding zijn zo gekozen dat ze langs platforms lopen die in de toekomst kunnen worden aangesloten. Op alle tracéalternatieven zijn connectiepunten op de zeeleiding voorzien, waar operators met verbindingsleidingen nieuwe platforms kunnen aansluiten, zodat in de toekomst uitbreiding van de opslagvelden mogelijk is. Er zijn geen verschillen tussen de alternatieven.

### **Eindpunt zeeleiding**

Het aansluiten van verbindingsleidingen is eenvoudiger op een eindpunt op een platform dan een eindpunt op de zeebodem.

## 7 Doelbereik: energie- en CO<sub>2</sub> balans van de CCS-keten

Het Aramis initiatief heeft als doelstelling om te zorgen dat er minder CO<sub>2</sub> uitstoot van de industrie in de atmosfeer terecht komt. Maar om dit te bereiken is er energie nodig, in de vorm van elektriciteit of aardgas. Bij het opwekken van elektriciteit of het gebruiken van aardgas komt ook CO<sub>2</sub> vrij, behalve als er energie uit hernieuwbare bronnen wordt gebruikt. Dit is voor elk CCS-project onvermijdelijk: het afvangen, transporteren en opslaan van CO<sub>2</sub> is een proces waarbij ook CO<sub>2</sub> vrijkomt.

In dit hoofdstuk is het CO<sub>2</sub> rendement beschreven. Dat is de totale opgeslagen hoeveelheid CO<sub>2</sub> min de hoeveelheid vrijkomende CO<sub>2</sub> als gevolg van de uitvoering van het project. Voor het bepalen van het CO<sub>2</sub> rendement is gekeken naar de hele CCS-keten. Dus naast het Aramis initiatief, ook naar de aanlevering van CO<sub>2</sub> door leveranciers. Voor een toelichting op de uitgangspunten en berekeningen van het in dit hoofdstuk gepresenteerde energieverbruik, de CO<sub>2</sub>-emissies en het CO<sub>2</sub> rendement wordt verwezen naar Bijlage 2 van dit rapport.

### 7.1 Energieverbruik

#### Aanlegfase

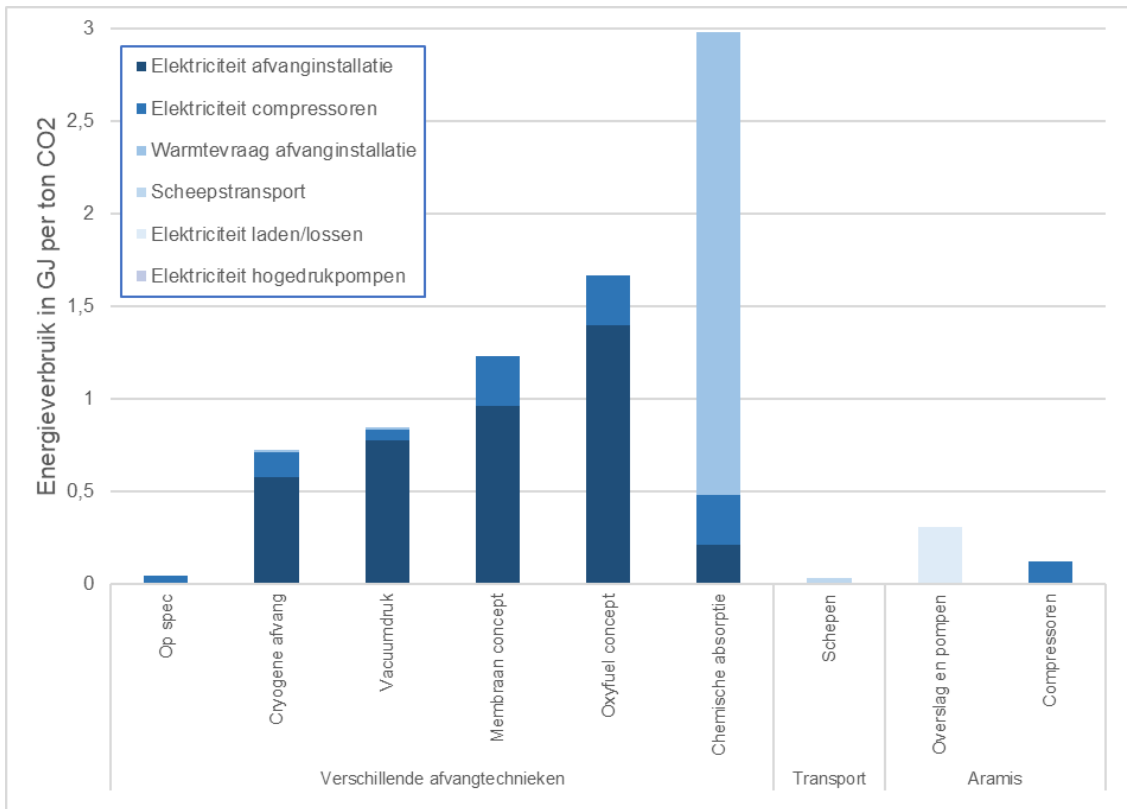
Bij het vaststellen van het energieverbruik is gekeken naar de onderdelen die relatief veel energie kosten. In de aanlegfase is energie nodig voor het bouwen van afvanginstallaties en compressoren van de leveranciers, het bouwen van de terminal en het uitbreiden van het compressorstation, de aanleg van de zeeleiding, de verbindingsleidingen, het ombouwen of nieuw bouwen van platforms en het boren putten. Ook de staalproductie voor de vele nieuwe leidingen, installaties, platforms en putten brengt een grote energievraag met zich mee.

#### Gebruiksfase

Het grootste energieverbruik vindt plaats in de gebruiksfase. In het staafdiagram in Figuur 7-1 zijn de belangrijkste energieverbruikers in de gebruiksfase weergegeven. De grootste energiegebruikers zijn de afvanginstallaties en compressoren van de leveranciers, de opslag en pompen van de terminal en de compressie bij het compressorstation. Het transport door de zeeleiding kost geen energie. Ook het energieverbruik op de platforms telt niet mee omdat daar de energie vooral met zonnepanelen en windturbines wordt opgewekt.

Uit Figuur 7-1 blijkt dat het energieverbruik voor afvang en compressie per afvangtechniek flink verschilt. Er bestaan verschillende afvangtechnieken. De keuze voor een bepaalde afvangtechniek hangt samen met de productieprocessen van een leverancier. Op basis van de literatuur en navraag bij bedrijven die mogelijk geïnteresseerd zijn om CO<sub>2</sub> aan Aramis te leveren, zijn er nu zes afvangtechnieken in beeld die mogelijk toegepast gaan worden. Bij de levering 'op spec' is weinig energie nodig, omdat er pure CO<sub>2</sub> vrijkomt bij de productieprocessen en er geen afvanginstallatie nodig is. Andere afvangtechnieken vragen meer energie.





Figuur 7-1: Energieverbruik van verschillende afvangtechnieken, scheepstransport, opslag op de terminal en compressoren

## 7.2 CO<sub>2</sub>-emissies

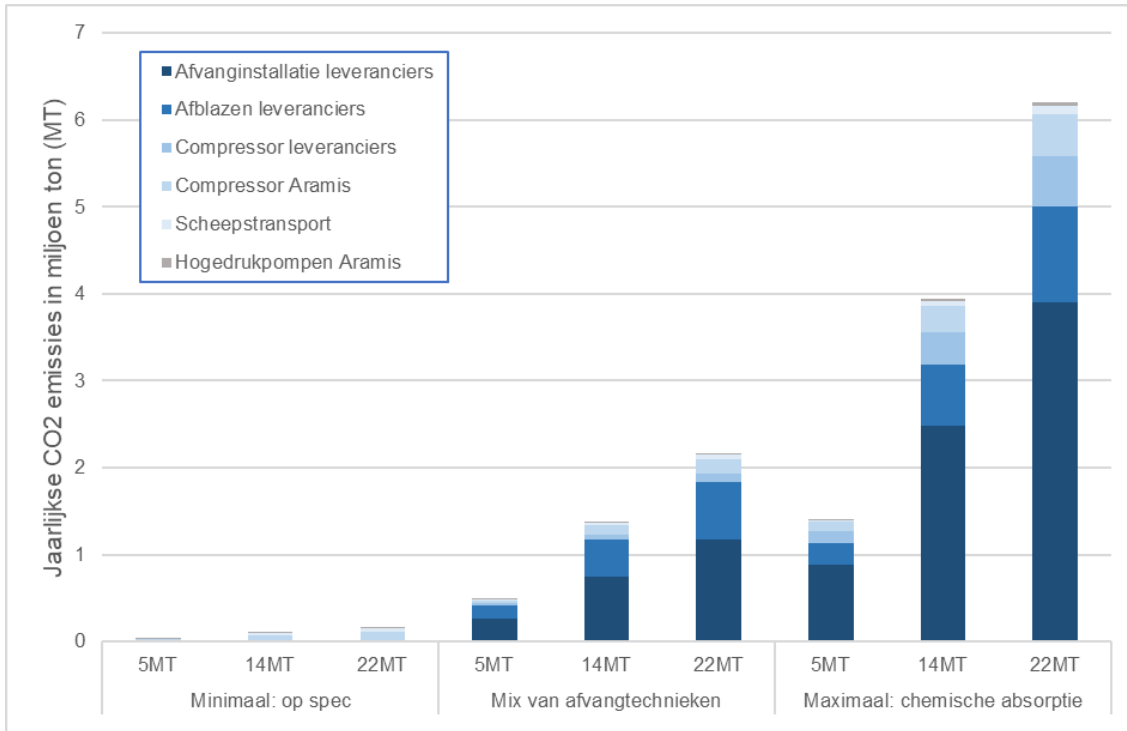
### Aanlegfase

Het energieverbruik is omgerekend naar CO<sub>2</sub>-emissies. De berekende CO<sub>2</sub>-emissie van de aanleg is 624.000 ton. De staalproductie levert daarbij de grootste CO<sub>2</sub>-emissie. Brandstofgebruik van werktuigen heeft een relatief kleine bijdrage aan de totale emissie in de aanlegfase.

### Gebruiksfase

Voor de gebruiksfase is naar drie scenario's gekeken, omdat op dit moment nog niet bekend is welke CO<sub>2</sub> leveranciers aansluiten en welke afvangtechnieken ze gaan gebruiken. In het minimale scenario wordt alle CO<sub>2</sub> geleverd door installaties die al 'op spec' produceren en wordt het minste energie verbruikt. In het maximale scenario wordt alle CO<sub>2</sub> geleverd door chemische absorptie en wordt de meeste energie verbruikt. Het mix-scenario is een combinatie van verschillende afvangtechnieken.

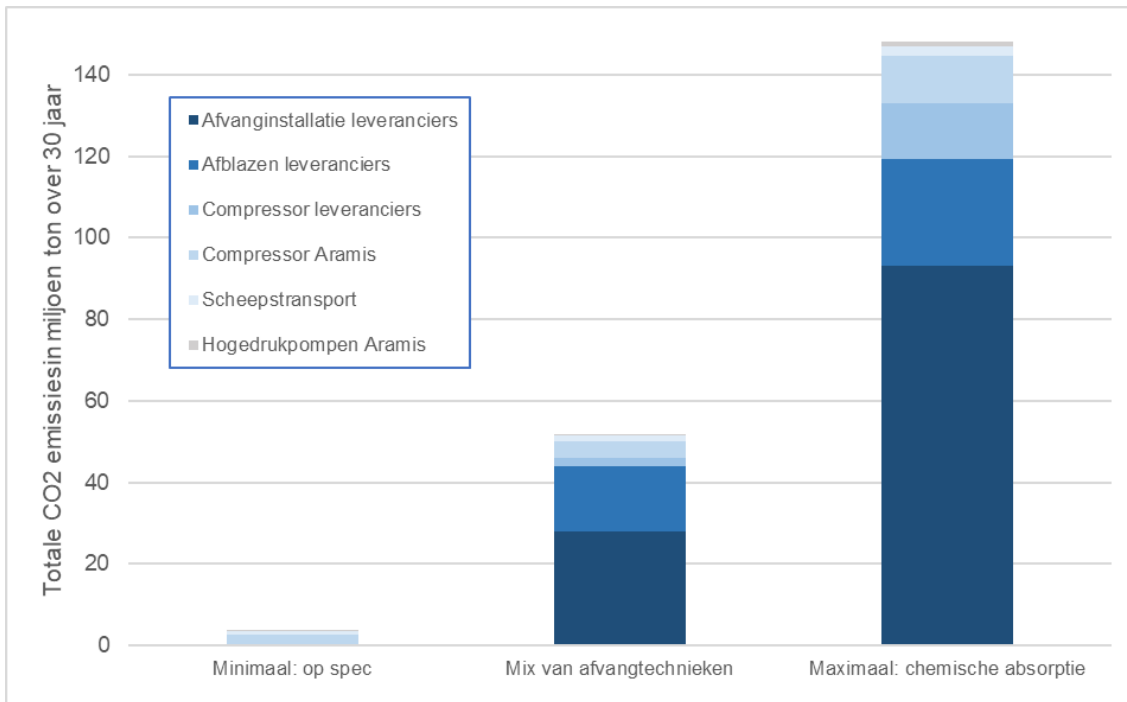
In Figuur 7-2 is de jaarlijkse CO<sub>2</sub>-emissie weergegeven in de startsituatie (5 miljoen ton, 5MT), eerste uitbreidingsituatie (14 miljoen ton, 14 MT) en eindsituatie (22 miljoen ton, 22 MT) voor de drie afvangscenario's. Uit Figuur 7-2 blijkt dat de afvang bij de leveranciers de grootste bijdrage levert aan de jaarlijkse CO<sub>2</sub>-emissies. In het diagram gaat het dan om de afvanginstallaties zelf, het afblazen en de compressoren. Van de onderdelen van het Aramis initiatief leveren de compressoren van Aramis de grootste bijdrage. Bij het minimale scenario is er geen afvanginstallatie bij de leveranciers, waardoor het beeld daarvoor anders is.



Figuur 7-2: Jaarlijkse CO<sub>2</sub>-emissies in miljoen ton voor de drie afvangscenario's en voor de startsituatie (5 miljoen ton), eerste uitbreidingssituatie (14 miljoen ton) en eindsituatie (22 miljoen ton)

De totale CO<sub>2</sub>-emissie over de looptijd van het project is weergegeven in Figuur 7-3 voor de drie afvangscenario's. De looptijd van Aramis is nog niet precies bekend. Dit hangt onder andere af van de snelheid waarmee een fossielvrije economie wordt bereikt. In de berekeningen is uitgegaan van een levensduur van 30 jaar, waarbij de transportcapaciteit stapsgewijs wordt uitgebreid. De waarden in het diagram zijn dus rekenkundige waarden, en moeten niet gezien worden als feitelijke begrenzing van Aramis.

Uit Figuur 7-3 blijkt dat de bijdrage aan de CO<sub>2</sub>-emissie in het mix- en maximale scenario het grootste is bij de afvanginstallaties (respectievelijk 54% en 63%), daarna voor het afblazen bij de afvanginstallaties (respectievelijk 30% en 18%), voor de compressoren bij de leveranciers (respectievelijk 4% en 9%) en de compressoren van Aramis (in beide scenario's 8%). Bij het minimale scenario is er geen afvanginstallatie waardoor het beeld daarvoor anders is.



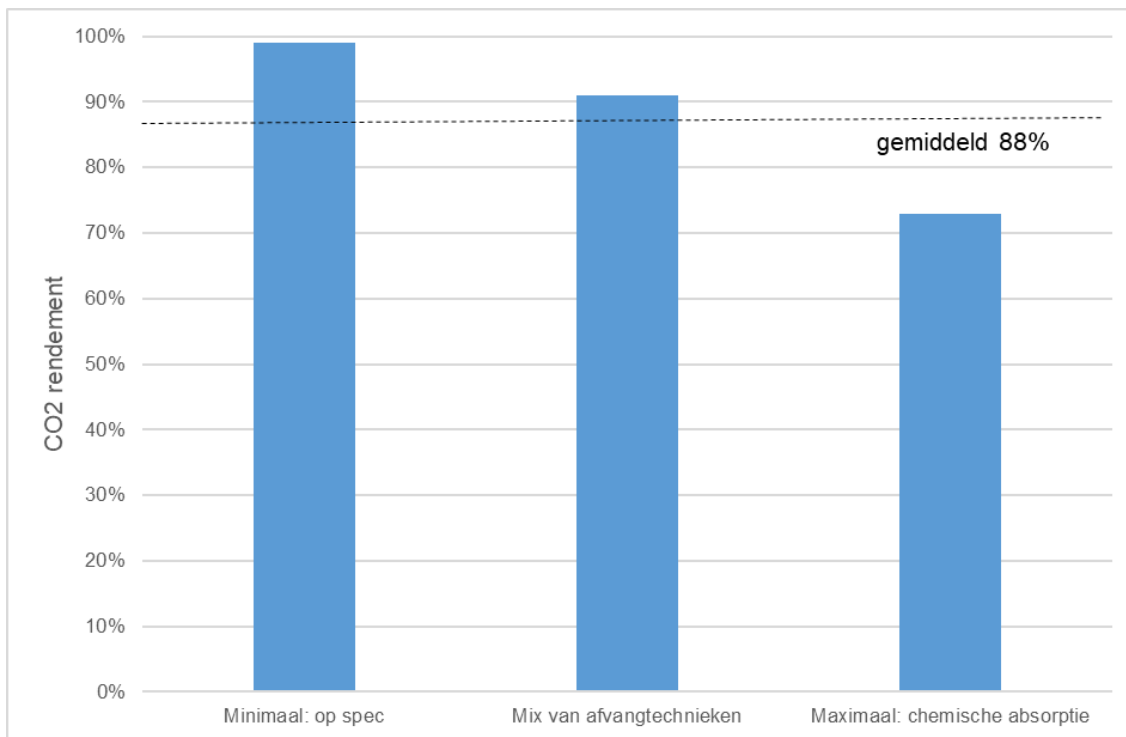
Figuur 7-3: Totale CO<sub>2</sub>-emissies over een looptijd van 30 jaar

### 7.3 CO<sub>2</sub> balans

De doelmatigheid van het Aramis initiatief wordt afgemeten aan de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die per saldo minder in de atmosfeer belandt. De CO<sub>2</sub>-balans geeft aan hoeveel het nettorendement is van de CCS keten. Dat wil zeggen de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die opgeslagen wordt min de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die wordt uitgestoten om de Aramis CCS keten uit te voeren.

Om het rendement te berekenen is de totale hoeveelheid CO<sub>2</sub> die gedurende de looptijd van het project wordt uitgestoten vergeleken met de totale hoeveelheid CO<sub>2</sub> die door Aramis wordt opgeslagen. Hierbij is uitgegaan van een looptijd van 30 jaar. Rekenkundig is met deze aannames een orde grootte opslag van 525 miljoen ton CO<sub>2</sub> in 30 jaar tijd berekend. De praktijk moet uitwijzen in welke mate CO<sub>2</sub> wordt aangeleverd en welke opslagvelden worden toegevoegd.

Het resultaat is weergegeven Figuur 7-4 voor de drie afvangscenario's. Hieruit blijkt dat het rendement van de CCS keten varieert tussen 73% en 99% afhankelijk van de toegepaste afvangtechnieken. Met een gemiddeld rendement van 88%.



Figuur 7-4: CO<sub>2</sub> rendement van de CCS-keten voor de drie scenario's over een looptijd van 30 jaar

Tijdens de aanlegfase zijn de emissies voornamelijk toe te schrijven aan de staalproductie voor de leidingen. De CO<sub>2</sub>-emissies van de aanlegfase vormen een fractie van ongeveer 0,10% van de 525 miljoen ton CO<sub>2</sub> die over de gehele levensduur van het project wordt opgeslagen.

In de gebruiksfase zijn de CO<sub>2</sub>-emissies door de energievraag voor de afvanginstallaties en compressoren bij de leveranciers de grootste bron. Afhankelijk van de gekozen afvangtechniek zijn deze emissies 1% tot 27% van het totale opgeslagen emissievolume.

Hoewel er dus ook CO<sub>2</sub> ontstaat als gevolg van de aanleg en het gebruik van de CCS-keten, is het voorkomen van extra CO<sub>2</sub> uitstoot in de atmosfeer door opslag vele malen groter. De CCS-keten is dus rendabel.

## 8 Leemten in kennis en informatie

Het Aramis initiatief is qua omvang en doelstelling een van de eerste projecten dat op deze schaal CO<sub>2</sub> gaat transporteren en opslaan in lege gasvelden. De verschillende onderdelen van de CCS-keten zijn afzonderlijk en op andere schaal al wel toegepast, maar in deze samenstelling is het nieuw. Het is bovendien een open infrastructuur waarbij de partijen die in de toekomst CO<sub>2</sub> gaan leveren en opslaan nog niet geheel bekend zijn. Dit brengt een inherente onzekerheid met zich mee ten aanzien van de hoeveelheid en samenstelling van CO<sub>2</sub>. Ondanks deze onzekerheden is het MER opgesteld en geeft een beeld van de te verwachten milieueffecten.

Dit hoofdstuk beschrijft op welke thema's van het milieuonderzoek sprake is van beperkingen in kennis of informatie. Er is ook aangegeven hoe bij de toetsing met deze onzekerheden is omgegaan en in welke mate meer kennis invloed heeft op de effectbeoordeling.

### 8.1 Leveranciers

Het doel van het Aramis initiatief is om een open CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur te ontwikkelen, die ruimte biedt aan partijen om CO<sub>2</sub> aan te leveren voor transport en aan partijen om CO<sub>2</sub> af te nemen voor opslag. CO<sub>2</sub> wordt aangeleverd door verschillende leveranciers. De samenstelling van de aangeleverde CO<sub>2</sub>-stroom is afhankelijk van de specifieke leverancier, de bedrijfsprocessen en de afvangtechniek. Er zijn door Aramis, en eerder door Porthos voor de levering van CO<sub>2</sub> met de Porthos-landleiding, randvoorwaarden gesteld aan de samenstelling van de CO<sub>2</sub>-stroom. Hierdoor kan de samenstelling in de loop van de tijd fluctueren, maar binnen de afgesproken bandbreedte.

Eventuele onzuiverheden in de CO<sub>2</sub>-stroom zijn voorzien in de afwegingen voor druk en temperatuur (in de flow assurance studie). Voor de milieuonderzoeken is rekening gehouden met een maximaal CO<sub>2</sub>-gehalte.

### 8.2 Technische onzekerheden

Het milieuonderzoek leidt tot de volgende onbekendheden voor de aanlegfase:

#### Landdeel

- Bij de werkzaamheden op land kunnen bodemverontreinigingen aangetroffen worden. Er is van uitgegaan dat met standaard protocollen bij graafwerkzaamheden of bemaling eventuele bodemverontreinigingen verwerkt kunnen worden.
- De Maasvlakte is tot 5 meter boven NAP opgespoten land waardoor de grondwaterspiegel in natte periode relatief hoog kan staan, maar in droge periode aanzienlijk lager. In de milieuonderzoeken is uitgegaan van een relatief hoge grondwaterstand, zodat de bemalingsdebieten een maximale waarde weergeven.
- Over onderdelen van het Aramis initiatief is in dit stadium geen gedetailleerde akoestische informatie voorhanden. De gebruikte gegevens zijn daarom gebaseerd op kengetallen en eigen ervaring. De aangehouden terreinindeling en installaties moeten worden beschouwd als een goede benadering van de te realiseren situatie.
- De beschikbaarheid van elektrische apparatuur is op voorhand niet bekend. Hiervoor is een redelijke aanname gedaan. Afwijkende perioden kunnen leiden tot meer of minder milieueffecten op onderwatergeluid en stikstofemissie.

- Bij de boring van de tunnel is het mogelijk dat objecten in de ondergrond verder boren onmogelijk maken. In het geval van de microtunnel is nu aangenomen dat met een aangepaste boortechniek, segmented tunnel boring, dit alsnog mogelijk is. De extra milieueffecten hiervan zijn in beeld gebracht.

#### **Zeedeel**

- De duur van de aanleg van de zeeleiding, platforms en putten is geraamd op basis van nu bekende kengetallen. Dit kan in de praktijk afwijken door weersomstandigheden.
- Dat de dynamiek van de morfologie een rol speelt en varieert op de Noordzee is in diverse onderzoeken vastgesteld. Echter, de exacte mate van migratie voor deze morfologietypen op de locatie van de toekomstige transportleiding is niet bekend. Bij nadere uitwerking, dienen in het ontwerp en uitvoering passende maatregelen te worden toegepast voor deze dynamiek. Daarbij moet worden berekend op welke diepte de zeeleiding geen relevante invloed meer kan hebben van de regionale en lokale morfodynamiek. De leiding wordt daarom periodiek geïnspecteerd.
- Bij werkzaamheden kunnen in de ondergrond archeologische waarden worden aangetroffen, waarvoor het standaardprotocol (het proces van archeologische monumentenzorg) in werking treedt.
- De hoeveelheid onderwatergeluid is afhankelijk van de toegepaste werkwijze van onder meer heien. In de praktijk zijn er nieuwe technieken in ontwikkeling waarbij geluidsniveaus aanzienlijk lager kunnen worden. Vooralsnog zijn die niet toepasbaar voor de voorgenomen activiteiten van Aramis. Daarom is in het MER uitgegaan van de standaardwerkwijze. Er zijn mitigerende maatregelen voorgesteld voor de standaard werkwijze. Mochten er in de toekomst verbeterde methodieken beschikbaar komen, dan leidt dat tot minder onderwatergeluid, en mogelijk geen noodzaak voor de mitigerende maatregelen.

### **8.3 Ondergrond**

Ten aanzien van de opslag van CO<sub>2</sub> komen de volgende leemten in kennis naar voren:

- De modellering van CO<sub>2</sub>-opslag is uitgevoerd met de bestaande modellen die gebaseerd zijn op ervaringen met aardgasproductie. In de praktijk is het mogelijk dat bijvoorbeeld de injectiviteit van CO<sub>2</sub> in het reservoir anders is dan verwacht. Dit vergt monitoring en eventueel aanpassen van de CO<sub>2</sub>-injectie.
- Het CO<sub>2</sub>-mengsel bevat naast CO<sub>2</sub> andere elementen. Dat kan invloed hebben op het gedrag van het mengsel in de put en in het reservoir. Dit wordt eveneens in de aanvullende modellering uitgewerkt zodat hiermee rekening kan worden gehouden in de gebruiksfase.

### **8.4 Beleidsmatig**

Verandering van beleid of interpretatie van de wet- en regelgeving kunnen onzekerheden geven. Dit geldt specifiek voor toepassing van het beleid met betrekking tot stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden. Over het algemeen wordt bij beperkte kennis en informatie in de milieustudies een worst case benadering toegepast. Dat betekent dat de te verwachten effecten in overeenstemming met het onderzoek zijn, of minder.

## 9 Aanzet monitoring en evaluatie

De monitoringsstrategie, het monitoringsplan en het reactieplan worden nader ingevuld in de volgende fase, waarin detaillering van de engineering plaatsvindt. In dit hoofdstuk is een aanzet gegeven voor het monitoring en evaluatieprogramma dat gebruikt kan worden bij de nadere uitwerking.

### 9.1 Monitoring milieueffecten

De in het MER benoemde milieueffecten die kunnen optreden, worden per onderdeel verzameld in de aanlegfase en in de gebruiksfase. Deze worden gebruikt om aan te tonen dat wordt voldaan aan de vergunningscondities.

De vergunningen kunnen condities stellen waarbinnen de infrastructuur operationeel is. Dit kan bijvoorbeeld betrekking hebben op geluid of luchtmissies.

- De omvang en samenstelling van het monitoringsprogramma is gebaseerd op de vergunningsvoorwaarden uit de verschillende vergunningen. Bij de aanvraag van de vergunningen kan Aramis voorstellen doen voor het monitoringsprogramma. De bevoegde gezagen bepalen uiteindelijk wat gemeten moet worden, met welke frequentie en hoe gerapporteerd moet worden.
- De rapportage vindt plaats aan de bevoegde gezagen volgens de vergunningsvoorschriften.

Naar aanleiding van de bevindingen in het MER zijn aandachtspunten voor de monitoring in de aanlegfase gericht op:

- Grondwaterstandsverandering door bemaling.
- Archeologische waarden.
- Stabiliteit waterkeringen en waterwegen.
- Natuurwaarden.

De monitoring in de gebruiksfase is gericht op:

- Kwaliteit aangeleverd gasmengsel.
- Hoeveelheid opgeslagen CO<sub>2</sub>.
- Integriteit land en zeedeel van de zeeleiding.
- Integriteit putten.

### 9.2 Aansturing systeem

#### Aramis Systeem Integratie

Het Aramis initiatief maakt integraal onderdeel uit van de CCS-keten, waar verschillende partijen onderdeel van uitmaken. In de gebruiksfase vindt de productie-coördinatie en aansturing van de met het Aramis initiatief te transporteren CO<sub>2</sub> volumes door de gehele keten plaats door de Aramis System Integrator. De verschillende onderdelen van de CCS-keten zijn onderling met elkaar verbonden, zodat er een centrale productie aansturing nodig is om de dagelijkse transport nominaties op elkaar af te stemmen. Temeer omdat het grootste deel van de metingen, benodigd van de aansturing en bewaking, elders in de CCS-keten worden uitgevoerd.

Bij de centrale aansturing wordt aan de ingaande zijde van het Aramis initiatief bewaakt hoeveel CO<sub>2</sub> wordt aangeleverd en of de leveranciers binnen de specificaties van samenstelling, druk en temperatuur blijven. Aan de uitgaande zijde van het Aramis initiatief wordt bewaakt of de opgegeven opslagcapaciteit wordt geleverd door de desbetreffende CO<sub>2</sub>-opslag.

De verschillende onderdelen van het Aramis initiatief worden geopereerd door verschillende partijen. Zo opereert Porthos de verzamelleiding op land in het Rotterdamse Havengebied en het compressorstation. CO2next opereert de terminal. Rederijen zijn verantwoordelijk voor het transport van CO<sub>2</sub> per schip. Daarnaast zijn er operators die de CO<sub>2</sub>-injectie op de platformen ontwikkelen en opereren.

Deze bedrijven hebben eigen operationele teams die de dagelijkse operaties aansturen inclusief veiligheid. De Aramis System Integrator werkt met al deze partijen nauw samen om het transport van CO<sub>2</sub> veilig binnen de vooraf vastgestelde bandbreedten te laten plaatsvinden.

De Aramis system integrator regelt de aansturing van de infrastructuur, en zorgt ervoor dat:

- De infrastructuur het meest optimaal functioneert.
- Afzonderlijke componenten van de CCS-keten optimaal ingezet kunnen worden.
- De meting en boekhouding van de CO<sub>2</sub>-stromen vanaf de leveranciers tot operators.

Onbalans tussen ingaande en uitgaande CO<sub>2</sub> in de zeeleiding leidt tot een verandering in de buffercapaciteit van de zeeleiding en een verhoging of verlaging van de operationele druk. Dit is een normale operationele handeling binnen het operatievenster. Buiten het operatievenster leidt een te hoge of te lage druk tot alarmering en interventie. De exacte interventie is afhankelijk van verschillende factoren en kan resulteren in het stoppen van ingaande of uitgaande CO<sub>2</sub> stromen. Om deze interventies uit te voeren is nauwe samenwerking met het compressorstation, de terminal, de emitters, en de opslagen noodzakelijk.

De componenten van de CCS-keten zijn onderling van elkaar afhankelijk. Dat betekent dat als één van de componenten buiten werking is, dit gevolgen heeft voor de andere componenten.

#### **Randvoorwaarden temperatuurcondities injectieput**

Bij het transport van CO<sub>2</sub> is het van belang dat bij de zeeleiding druk en temperatuur binnen de vastgestelde bandbreedte blijven, zodat de injectie van CO<sub>2</sub> in de putten kan worden uitgevoerd. Onder in de put is de druk en temperatuur afhankelijk van het aangevoerde vloeistof/gasmengsel en van de druk en temperatuur in het reservoir. Initieel is er een hoge temperatuur en lage druk in het reservoir. Geleidelijk aan neemt de druk toe en de temperatuur rondom de put af doordat het geïnjecteerde CO<sub>2</sub> kouder is dan de reservoirtemperatuur. Hierdoor veranderen in de loop van de tijd de condities onder in de put. Als de druk of temperatuur buiten vooropgestelde marges komt, kan het mogelijk zijn dat tijdelijk geen of minder injectie mogelijk is.

#### **Randvoorwaarden CO<sub>2</sub>-mengsel condities in zeeleiding naar opslagen**

De druk en temperatuur tot aan de opslagen worden geregeld vanaf het compressorstation, de terminal en met druk- of stromingscontrolekleppen op de verschillende platforms en putten. De condities in de zeeleiding worden zodoende gereguleerd met als doel de juiste omstandigheden te creëren voor optimale injectie.



Het operatievenster van de zeeleiding borgt dat de zeeleiding in een enkele fase (dense phase) wordt geopereerd. De instrumentele beveiliging van de zeeleiding voorkomt dat de leiding buiten dit operatievenster kan opereren. Dit is nodig om te voorkomen dat de druk te laag wordt met als gevolg dat er faseveranderingen optreden en er eventuele vloeistofslugs worden gecreëerd (van 100% dense phase, naar vloeistoffase + gasfase). Als er vloeistofslugs in de zeeleiding ontstaan, kan dit zorgen voor vibraties wat een effect kan hebben bij bijvoorbeeld bochten en afsluiters.

### 9.3 Verschillende situaties van CO<sub>2</sub>-transport

Voor het Aramis initiatief zijn onderzoeken uitgevoerd, waaruit volgt binnen welke randvoorwaarden en onder welke omstandigheden CO<sub>2</sub> technisch veilig en effectief kan worden getransporteerd en geïnjecteerd. Om de operatievensters van de verschillende putten optimaal te kunnen benutten wordt de zeeleiding op een druk geopereerd aan de bovenzijde van het operatievenster. Dit geeft de opslagen de maximale flexibiliteit met betrekking tot putoperatievensters.

#### Ingebruikstelling zeeleiding en opslagen

Bij de ingebruikname wordt de bypass van het compressorstation gebruikt om zowel de zeeleiding als de opslagfaciliteiten op druk te brengen. Deze druk is ongeveer gelijk aan de druk in de Porthos landleiding. Vervolgens gaan de compressoren gebruikt worden om de druk verder op te voeren.

#### Opstartsituatie bij begin CO<sub>2</sub>-injectie opslagen

In de opstartsituatie, bij het begin van CO<sub>2</sub>-injectie, is er nog geen CO<sub>2</sub> geïnjecteerd. De druk en temperatuur verschillen per opslagreservoir. Tijdens de opstartsituatie treedt een sterke druk afname in de put op, waardoor een fase verandering plaats vindt en de temperatuur van de CO<sub>2</sub> snel afneemt en mogelijk zelfs tot onder nul graden Celsius. De putten zijn ontworpen voor dergelijke condities, zoals beschreven in de put functionele specificaties.

#### Opstartsituatie na shutdown zeeleiding

De verwachting is dat de zeeleiding nagenoeg altijd een positieve stroming richting de verbonden opslagen heeft en niet langdurig ingesloten wordt. Mocht de zeeleiding toch ingesloten worden voor eventuele inspectie- en onderhoudsactiviteiten aan de infrastructuur, dan blijft de druk in de zeeleiding waar mogelijk binnen het operatievenster om fase verandering te voorkomen. De ingaande en uitgaande stromen worden gestopt en als gevolg blijft de druk in de zeeleiding stabiel en worden eventuele fase veranderingen voorkomen. Het opstarten van de zeeleiding na een eventuele stop verloopt gecoördineerd zowel aan de ingaande zijde (compressor en terminal) als de uitgaande zijde (opslagen) van de zeeleiding.

#### Opstartsituatie na shutdown opslagen (na een periode van CO<sub>2</sub>-injectie)

Het is mogelijk dat een individuele opslag tijdelijk niet beschikbaar is terwijl de zeeleiding en andere opslagen in bedrijf zijn. Als na een periode van CO<sub>2</sub>-injectie er een shutdown is geweest, waarbij de injectie is stopgezet en de opslagfaciliteiten eventueel drukvrij gemaakt zijn, moet de opstartsituatie rekening houden met de specifieke condities in de zeeleiding en in de betreffende opslag. De zeeleiding opereert in superkritische toestand. Als de opslagfaciliteiten drukvrij gemaakt zijn dan worden deze geleidelijk weer op druk gebracht. Eventueel wordt er gebruik gemaakt van een ander medium (bijvoorbeeld stikstof) om het drukverschil kleiner te maken en een te grote drukafname en temperatuurafname te voorkomen. De opslagen worden voorzien van temperatuurregelingen die voorkomen dat onderdelen van de opslagfaciliteiten inclusief de putten te koud worden en eventuele grenswaarden worden overschreden. De putten zijn ontworpen voor de extreem lage temperaturen die kunnen optreden bij de verwachte drukafname in de put.

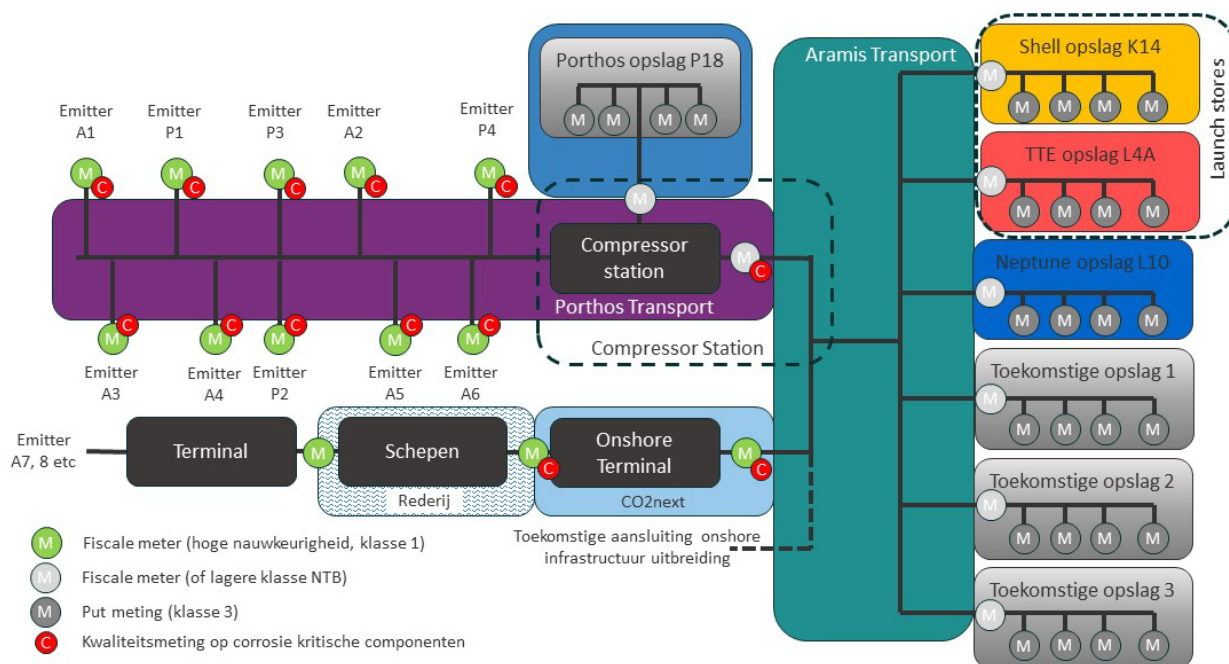
### Stopzetting CO<sub>2</sub>-injectie

Er zijn twee situaties te onderscheiden met stopzetting van CO<sub>2</sub>-injectie, een onverwachte en verwachte stopzetting. In deze gevallen kan CO<sub>2</sub> niet meer geïnjecteerd worden en zit nog in de zeeleiding. De condities van de ingesloten CO<sub>2</sub> hebben eventueel invloed op een herstart. Een voorbeeld hiervan is hydraatvorming. De kans op hydraatvorming wordt verder mede bepaald door de samenstelling van het gasmengsel. Dit is een voorbeeld van situaties die worden getoetst in veiligheidsstudies en worden noodzakelijke ontwerpmaatregelen genomen om de installatie veilig te kunnen opereren.

## 9.4 Bemetinging en monitoring

Met het Combined Metering- en Monitoringsysteem CO<sub>2</sub> Infrastructuur (CMM) wordt bedoeld het systeem waarmee de flowcondities in het Aramis systeem kunnen worden gemeten en gemonitord. Met dit systeem is het mogelijk het CO<sub>2</sub>-systeem proces technisch te beveiligen, bewaken en te bedienen, het commerciële proces te ondersteunen en wordt invulling gegeven aan de wettelijke kaders gerelateerd aan het proces technische deel van het systeem. Dit is een gecombineerde toepassing over verschillende bedrijven die samenwerken.

Bemetinging meet de eigenschappen van het CO<sub>2</sub>-mengsel zoals druk, temperatuur en samenstelling. Monitoring meet de integriteit van het systeem, onder andere door het meten van de wanddikte van de zeeleiding om (potentiële) lekkages op te sporen. In onderstaande figuur is een overzicht van de Aramis waardeketen gegeven en de locaties van metingen.



Figuur 9-1. Overzicht van meetpunten en monitoringschema

Bemetinging van gasvormig aangeleverde CO<sub>2</sub> vindt plaats:

- Bij de leverancier, voordat CO<sub>2</sub> in het Porthos transportsysteem wordt geleverd.
- Na het compressorstation voordat de CO<sub>2</sub> de Aramis zeeleiding instroomt.
- Op de platforms (in combinatie met de vloeibare CO<sub>2</sub>-stroom).

Bemetering van aangeleverde vloeibare CO<sub>2</sub> vindt plaats:

- Bij de leverancier, voordat de CO<sub>2</sub> in het schip geladen wordt.
- Op de terminal van CO<sub>2</sub>next, bij in ontvangst name van de CO<sub>2</sub> uit het schip.
- Na de pompen en de tanks van de terminal voordat de CO<sub>2</sub> de Aramis zeeleiding instroomt.
- Op de platforms (in combinatie met de gasvormige stroom).

In de terminal en het compressorstation en op de platforms vinden verschillende soorten bemetering plaats, zoals het continue meten van: het totale debiet CO<sub>2</sub> en de samenstelling van het procesgas. Als één van de vooraf bepaalde grenswaarden wordt overschreden, vindt er alleen een signalering plaats, waarna afhankelijk van de waarde actie ondernomen wordt.

Voor de besturing en beveiliging van het systeem worden de volgende waarden gemeten:

- De ingaande en uitgaande druk van het gasmengsel.
- De temperatuur van het gasmengsel.
- De samenstelling van het CO<sub>2</sub>-mengsel (aanwezigheid overige componenten).
- Het debiet.

Als één van deze waarden wordt overschreden kan dat resulteren in een stop van één of meerdere procesdelen. De operationele afdelingen van de verschillende bedrijven stellen dan een onderzoek naar de oorzaak in.

De zeeleiding wordt beveiligd met een intelligente drukmeter op het compressorstation en de terminal, zodat de drukverhoging via de compressoren en/of pompen wordt gestopt voordat de druk in zeeleiding de ontwerpdruk gaat overschrijden. Dit is echter onder reguliere omstandigheden niet nodig. Onder de volgende omstandigheden moet op het compressorstation CO<sub>2</sub> afgeblazen worden:

- Onder uitzonderlijke omstandigheden kan het voorkomen dat het landdeel van de zeeleiding van druk gehaald moet worden.
- Voor het uitvoeren van bepaalde onderhoudswerkzaamheden waarbij leidingdelen op het compressorstation drukloos gemaakt moeten worden.

Voor monitoring van de integriteit van de zeeleiding, is het ontwerp erop gericht deze over de gehele lengte geschikt te maken voor intelligent pigging.

## 10 Samenvatting belangrijkste bevindingen en vervolgprocedures

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste bevindingen van het MER samengevat. Dit hoofdstuk beschrijft de besluiten en de procedures die nodig zijn om het Aramis initiatief te realiseren en wie daarbij welke rol vervult. Het hoofdstuk geeft ook aan welke besluitvorming moet plaatsvinden voor de CO<sub>2</sub> afvang en CO<sub>2</sub> opslag. Het hoofdstuk sluit af met de aandachtspunten uit het participatieproces.

### 10.1 Samenvatting belangrijkste bevindingen van het MER

Het MER is opgesteld ter ondersteuning van de besluitvorming over het projectbesluit en de vergunningaanvragen. Het is een gecombineerd Plan-MER/Project-MER. Uit de effectbeoordeling is gebleken dat op een aantal punten maatregelen nodig zijn om negatieve effecten in voldoende mate te verminderen. In het MER zijn daar mitigerende maatregelen voor opgesteld. Het pakket van mitigerende maatregelen dat onderdeel uitmaakt van de vergunningsaanvraag bestaat uit maatregelen voor geluidhinder, omgevingsveiligheid en nautische veiligheid, natuur op land, natuur op zee en archeologie.

Alleen voor de effecten van de opwarming van het water in de variant met directe koelwaterlozing in de Yukonhaven en voor de omgevingsveiligheid door de nabijheid van windturbines in het direct pipe alternatief zijn de voorgestelde mitigerende maatregelen nog onvoldoende om de zeer negatieve effecten op te lossen. Om deze technieken toe te kunnen passen zijn nog verdere mitigerende maatregelen nodig.

Op basis van de bevindingen uit het MER ziet Aramis de voorgenomen activiteit als voorkeursalternatief. De minister heeft de voorgenomen activiteit van Aramis ook als voorkeursalternatief gekozen. Deze bestaat uit de terminal op het MOT-terrein, de microtunnel, de route West-2 en het eindpunt op een distributieplatform. Met de mitigerende maatregelen concludeert het MER dat er vanuit milieuoogpunt geen showstoppers zijn voor het voorkeursalternatief voor Aramis. Het voorkeursalternatief is dus niet strijdig met wet- en regelgeving. In veel gevallen is wél sprake van een merkbare of meetbare verandering, die bijna altijd een beperkte omvang heeft. Tegen de achtergrond van andere activiteiten en natuurlijke processen in het gebied, zijn de negatieve milieueffecten die specifiek aan Aramis zijn toe te schrijven beperkt. De verwachting is dat het totaal aan informatie over de milieueffecten toereikend is om bij de besluitvorming het milieubelang volwaardig mee te wegen.

Er zijn natuurversterkende maatregelen in beeld gebracht die kunnen worden gebruikt om verschillende mariene soorten aan te trekken en een diverse biodiversiteit te creëren. De natuurversterkende maatregelen zijn niet meegenomen in de effectbeoordeling van het Aramis initiatief. In de nadere detaillering wordt uitgewerkt of en waar deze maatregelen kunnen worden toegepast.

Naast de effecten van het Aramis initiatief is in het MER ook gekeken naar de effecten van de met het Aramis initiatief samenhangende onderdelen van de CCS keten en de eindsituatie. De milieueffecten van afvang en transport van CO<sub>2</sub> leveranciers zijn schematisch in beeld gebracht, aangezien er geen specifieke locaties en installaties beschreven kunnen worden. De negatieve effecten hebben met name betrekking op het extra energieverbruik en de mogelijke stikstofdepositie. De afvang heeft een sterk positief effect op CO<sub>2</sub>-emissies naar de lucht, deze worden aanzienlijk minder.

In het MER is ook ingegaan op de veranderingen in de diepe ondergrond, de mogelijke gevolgen in de biosfeer, de risico's op lekkage en migratie van CO<sub>2</sub> en de afsluiting van de opslagreservoirs. Door de gaswinning is de druk in de gasvelden afgenomen. Door de injectie van CO<sub>2</sub> wordt de onderdruk weer opgeheven, waardoor een stabiele situatie ontstaat. Het onderzoek heeft uitgewezen dat de kans verwaarloosbaar klein is dat er aardbevingen ontstaan of dat de geïnjecteerde CO<sub>2</sub> zich vanuit de opslagreservoirs verplaatst of tot lekkage naar de oppervlakte leidt.

De toekomstige uitbreiding naar de eindsituatie met maximale benutting van de CO<sub>2</sub> transportinfrastructuur veroorzaakt milieueffecten, maar deze effecten liggen in dezelfde orde grootte van de in dit MER gepresenteerde effecten.

Het berekende CO<sub>2</sub> rendement over een looptijd van 30 jaar is in de orde van 73% tot 99%. Voor het bepalen van het CO<sub>2</sub> rendement is gekeken naar de hele CCS keten. Dus naast het Aramis initiatief, ook naar de aanlevering van CO<sub>2</sub> door leveranciers.

## 10.2 Besluitvorming projectbesluit en vergunningen Aramis initiatief

Tegelijk met het MER worden de eerste vergunningaanvragen in het kader van de Coördinatie­regeling ingediend (zie Bijlage 1) en het MER dient ook ter onderbouwing van de besluitvorming over het projectbesluit.

### Ter inzage en toetsing van het MER

Het projectbesluit, de ontwerp-besluiten van de vergunningen en het MER worden zes weken ter inzage gelegd. In de ter inzage periode kan iedereen reageren op de kwaliteit en volledigheid van de documenten.

Ook toetst de onafhankelijke Commissie mer of het MER de benodigde milieu-informatie bevat en of deze juist is; de Commissie gaat na of de milieu-informatie in het MER correct is en of het rapport ook voldoende informatie bevat om het milieubelang volwaardig mee te kunnen wegen bij de besluitvorming. De Commissie neemt de ingediende zienswijzen mee in de toetsing. Het toetsingsadvies van de Commissie aan het bevoegd gezag is openbaar.

### Definitieve besluiten

Op basis van de informatie in het MER, de ingebrachte zienswijzen en het toetsingsadvies van de Commissie mer neemt bevoegd gezag het definitieve besluit over het Aramis initiatief en neemt in de vergunningen voorwaarden op waaronder het project mag worden uitgevoerd. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat publiceert de definitieve vergunningen.

Tegen de definitieve besluiten staat binnen 6 weken na bekendmaking beroep open bij de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State. Bij de besluiten over de vergunningen wordt een evaluatieprogramma vastgesteld. Tijdens de aanleg en gedurende de gebruiksfase wordt geëvalueerd of de daadwerkelijk optredende milieueffecten binnen de grenzen van de besluiten blijven.

## 10.3 Besluitvorming voor met Aramis samenhangende onderdelen

Voor de CO<sub>2</sub> afvang en levering en de CO<sub>2</sub> opslag zijn diverse andere besluiten en plannen nodig. De leveranciers en opslagpartijen vragen hiervoor aparte vergunningen aan, inclusief eventueel benodigde mer(boordelings)-procedures. Ook de besluiten over toekomstige uitbreidingen van de CCS-keten vallen buiten de besluitvorming voor het Aramis initiatief.

## 10.4 Participatie

Zowel de initiatiefnemers als bevoegd gezag hechten veel waarde aan het betrekken van belanghebbenden bij het project. Voor de verschillende fasen van het project heeft Aramis in afstemming met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat een participatieplan opgesteld waarin staat aangegeven hoe de belanghebbenden bij het project worden betrokken. Aramis en het ministerie hebben daarbij de volgende doelen voor ogen:

- Burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties op passende wijze betrekken.
- Kennen en begrijpen van de vragen, kansen en zorgen van belanghebbenden.
- Rekening houden met de belangen van andere partijen bij de ontwikkeling van de infrastructuur.
- Heldere keuzes maken en daarbij duidelijk laten zien hoe daarbij met de belangen, aandachtspunten, kansen en zorgen van belanghebbenden is omgegaan.

### 10.4.1 Informatiebijeenkomsten en afzonderlijke gesprekken

De Aramis initiatiefnemers hebben meerdere bijeenkomsten georganiseerd om met de directe en indirect betrokkenen af te stemmen over het Aramis initiatief. De inzichten uit deze gesprekken zijn, daar waar mogelijk, in het ontwerp en de uitvoering van het Aramis initiatief ingepast en in het MER verwerkt.

#### Informatiebijeenkomsten

De participatiemomenten bestonden uit een aantal formele informatiebijeenkomsten die gekoppeld waren aan de processtappen van het mer:

- 26 januari 2022: tijdens de ter inzage periode van de Notitie Voornemen en Voorstel voor Participatie is een online informatieavond gehouden.
- 21 juni 2022: tijdens de concept-NRD, is er een inloopmiddag georganiseerd voor betrokken organisaties en een informatieavond voor omwonenden. Op deze informatiebijeenkomsten was gelegenheid om vragen te stellen over het initiatief en de procedure.

#### Gesprekken met bedrijven, maatschappelijke organisaties, overheden en offshorebedrijven

Naast de formele informatiebijeenkomsten heeft een veelheid aan afzonderlijke gesprekken specifiek met één of meerdere betrokkenen plaatsgevonden. Een aantal relevante bijeenkomsten en overleggen is hieronder opgenomen. In de volgende paragrafen is aangegeven hoe rekening is gehouden met de wensen van betrokkenen en in hoeverre de alternatieven en varianten aansluiten op de wensen van betrokkenen.

- Op 19 en 24 januari 2022 hebben de eerste bijeenkomsten met betrokken organisaties plaatsgevonden. Tijdens die bijeenkomsten zijn de plannen toegelicht, op 19 januari is ingegaan op het landdeel van het voornemen op de Maasvlakte en op 24 januari is ingegaan op het zeedeel in de Noordzee. Door de belanghebbenden in een zeer vroeg stadium van het project te betrekken was er op veel punten nog geen gedetailleerde informatie beschikbaar. Het gaf de belanghebbenden wel een goed beeld van het voornemen op hoofdlijnen en juist hun betrokkenheid in een vroeg stadium zorgt ervoor dat hun aandachtspunten goed meegenomen kunnen worden in de verdere uitwerking.
- Bedrijven in de omgeving zijn uitgenodigd om mee te denken over de mogelijke technische aan- en inpassingen van het Aramis initiatief. Bedrijven waar mogelijk sprake is dat effecten kunnen raken aan hun bedrijfsvoering zijn persoonlijk geïnformeerd. Als dat zo is, is overlegd om zorgen en wensen nader in kaart te brengen en mee te wegen in de nadere uitwerking van het Aramis initiatief.

- Maatschappelijke organisaties die bij Aramis bekend zijn, zijn rechtstreeks geïnformeerd over het project en de procedures. In het MER zijn de effecten op milieu, natuur en andere belangrijke maatschappelijke waarden in beeld gebracht.
- Over de tracés van de zeeleiding zijn individuele gesprekken gevoerd en hebben ‘route consultatiebijeenkomsten’ plaatsgevonden op 19 en 24 januari 2022 voor het landdeel en zeedeel van het tracé. In 2021 en 2022 heeft verder tijdens het proces van de ruimtelijke verkenning met bedrijven in de buurt en met een aantal ‘spelers’ op de Noordzee overleg plaatsgevonden.
- Met overheden is op verschillende niveaus en op verschillende momenten persoonlijk contact. Dat contact gaat zowel over de inhoud van het project als over de procedures. Om te voorkomen dat er bij belanghebbenden verwarring ontstaat over de procedure, stemt Aramis de informatie daarover af met het ministerie van EZK. Vertegenwoordigers van overheden zijn uitgenodigd bij de informatiebijeenkomsten en een link naar hun website wordt weergegeven in de nieuwsbrief en op de website.
- Op 9 maart 2022 heeft een bijeenkomst plaatsgevonden over de route van de zeeleiding en de aansluitpunten. Alle in Nederland gevestigde olie- en gasbedrijven, beheerders van offshore leidingen en Element NL, de opvolger van de brancheorganisatie NOGEPA, zijn daarvoor uitgenodigd. Vervolggesprekken worden gevoerd met alle partijen die aangegeven hebben om een aansluiting het Aramis initiatief te willen onderzoeken.

#### 10.4.2 Aandachtspunten vanuit betrokkenen

In de gesprekken met de stakeholders is onderscheid gemaakt tussen het landdeel en het zeedeel. Voor het landdeel is voornamelijk aandacht gevraagd voor de kruising van de zeeleiding en de Maasgeul en de mogelijkheid om te anticiperen op toekomstige ontwikkelingen, zoals de aanlanding van kabels voor windenergie op zee. Voor het zeedeel gaat de aandacht uit naar het optimaal inpassen van de route in relatie tot andere functies die plaatshebben op de Noordzee, zoals ecologisch beschermde gebieden, zeevaartroutes, zandwingebieden, militaire oefen- en schietgebieden en bestaande en toekomstige windparken zoals windenergiegebied Lageland.

##### Aandachtspunten landdeel

Aramis heeft overleg gehad met het Leidingenbureau van de gemeente Rotterdam over de beschikbare ruimte in de bestaande leidingstrook, rekening houdend met de ligging van bestaande leidingen en geplande leidingen, waaronder de Porthos CO<sub>2</sub>-transportleiding.

Er zijn vragen gesteld over omgevingsveiligheid, geluid en stikstofdepositie door de aanleg en aanwezigheid van de terminal en het compressor station, pompen en andere installaties. Partijen willen graag geïnformeerd worden over het externe veiligheidsaspect (Rijkswaterstaat, ECT, Veiligheidsregio). Verder wordt aandacht gevraagd voor de stikstofdepositie in relatie tot scheepvaartbewegingen (ten behoeve van de vloeibare intake van CO<sub>2</sub>). Andere besproken punten hebben betrekking op de veiligheid, waarbij de mogelijke impact de windturbines moet worden meegenomen in de risicoanalyse. Andere risico's waarvoor aandacht is gevraagd zijn aanvaringsrisico's, tankrisico's en mogelijke risico's voor de brandweerkazerne bij een verkeerde wind.

Verder is besproken dat de nabijgelegen industrie volcontinu in bedrijf is. De dagelijkse werkzaamheden moeten 24/7 door kunnen gaan tijdens de aanlegfase van de projecten. Ook moet de toegang van hulpdiensten te allen tijde gegarandeerd zijn. Eveneens moet de bereikbaarheid van de kazerne van de Gezamenlijke Brandweer aan de Prinses Maximaweg 24/7 gegarandeerd blijven.

### Specifieke aandachtspunten ten aanzien van de kruising van de zeewering en Maasgeul

De kruising van de zeewering en Maasgeul kan plaatsvinden met de Microtunnel of een Direct pipe gevolgd door een gebaggerde sleuf. Voor beide opties heeft Aramis intensief afstemming met de Havenmeester en Rijkswaterstaat over de nautische randvoorwaarden tijdens de baseline surveys en de aanlegfase, met als doel dat de scheepvaart zo min mogelijk wordt gehinderd.

- In de aanlegfase geven de baggerwerkzaamheden voor het ingraven van leiding in het Direct Pipe alternatief meer verstoring van de scheepvaart in de Maasgeul. De baggerwerkzaamheden in de Voordelta worden ook vanuit natuur verstorend gezien. Dit wordt als een negatief effect gezien.
- De Microtunnel zou mogelijkheden en kansen kunnen bieden voor medegebruik zoals het 'Net op zee' van TenneT voor nog toekomstige windparken, doordat er in de tunnel ruimte is om gedurende de aanlegfase meerdere leidingen (zoals een waterstofleiding) door de tunnel te laten lopen. Er is momenteel echter nog geen concrete vraag vanuit een ander project/organisatie voor medegebruik van de tunnel.
- De Direct pipe boring onder de zeewering ligt vlak naast de Porthos leiding. Het is niet uitgesloten dat er bij de aanlegfase van de Porthos boring overlap is met de start van de booractiviteiten van Aramis. In dat geval kunnen er beperkingen optreden in de beschikbaarheid van ruimte nodig voor de voorbereiding van de boring. Dit wordt gezien als een negatief effect.

### Aandachtspunten zeedeel

Voor het zeedeel wordt vanuit verschillende gebruikers aangegeven dat beperking van gebruik zoveel mogelijk moet worden voorkomen. Dat geldt specifiek voor scheepvaart, visserij, windenergie, kabel en leidingen en archeologie.

Daarnaast zijn de ecologische aspecten van de Noordzee van belang. Voor de activiteiten is het van belang rekening te houden met mogelijke effecten op de mariene ecologie, en daar waar mogelijk in het verlengde van de ontwikkeling van Aramis een positieve bijdrage te leveren aan de biodiversiteit van de Noordzee. Hiervoor is een inventarisatie uitgevoerd naar de mogelijkheden tot natuurversterkend bouwen. Er zijn twee multidisciplinaire bijeenkomsten georganiseerd, waarin de ecologen, mede van NGO's en kennisinstituten en technische experts zijn samengekomen om na te gaan welke vormen van natuurversterkend bouwen toepasbaar kunnen zijn. Deze mogelijke maatregelen zijn vervolgens zo concreet mogelijk uitgewerkt en aangereikt aan de technische teams om in de volgende technische uitwerkingsfase gebruik van te maken.

### Specifieke aandachtspunten voor de route van de zeeleiding

Aramis heeft rekening gehouden met de afspraken in het Noordzeeakkoord en het Programma Noordzee 2022-2027. De ligging van de leidingtracés is aangepast om zoveel mogelijk rekening te houden met de belangen van de andere gebruiksfuncties.

De tracé alternatieven zijn in vervolgesprekken met belanghebbenden geoptimaliseerd. Daarbij is specifiek gekeken naar:

- Het minimaliseren van het doorkruisen van (toekomstige) windparken.
- Bundeling indien mogelijk van het leidingtracé in aangewezen offshore leidingen en corridors.
- Zo loodrecht mogelijk kruisen van de vaarroute en ankergebieden vermijden.
- Het zo minimaal mogelijk doorkruisen van zandwingebieden.



Uit de afstemming met belanghebbenden kwamen overwegingen tussen de tracéalternatieven van de zeeleiding:

- Vermijden huidige en toekomstige windparken. Hierbij is er onderscheid tussen de alternatieven: Alternatief West 1 kruist door een klein deel van Lagelander, Alternatief West 2 gaat vrijwel geheel om Lagelander heen en Alternatief Centraal kruist midden door Lagelander. EZK Wind en NWEA hebben een voorkeur voor west 2.
- Afstand houden tot scheepvaartroutes: Alternatief West 1 komt bij K14-FA dicht bij vaarroutes, Alternatief West 2 komt vanaf K14-FA naar het eindpunt langs een vaarroute en Alternatief Centraal blijft in het noorden op afstand van vaarroutes. Alternatief Centraal heeft qua scheepvaart de voorkeur.

### **Specifieke aandachtspunten voor het eindpunt van de zeeleiding**

Belangrijkste aandachtspunten bij de varianten zijn:

- Rondom het distributieplatform (en de injectieplatforms) komt een zone van 500 meter met beperkingen voor andere gebruiksfuncties. Deze zogenoemde wettelijke 500 meter-veiligheidszone is een zone rond de installaties om de veiligheid van de installaties en van de scheepvaart te waarborgen. Tijdens de aanlegfase kan er bij de aanleg van het eindpunt op de zeebodem en het distributieplatform licht verstoring optreden, maar in de gebruiksfase heeft het distributieplatform (en de andere platforms) juist een positief effect op de biodiversiteit, omdat er geen visserij en andere versturende activiteiten zijn toegestaan in de 500 meter-veiligheidszone.
- Een aansluitpunt op de zeebodem beperkt verder het gebruik door anderen niet.

### **10.4.3 Participatie in het vervolgproces**

Via de [website van Bureau Energieprojecten](#) kan men alle informatie nazoeken en online reageren. Op de website staan ook de mailadressen en telefoonnummers voor direct contact met het ministerie of de initiatiefnemers. Er is een persoonlijk gesprek met die omwonenden of belanghebbenden die daarom vragen of die vragen of zorgen hebben waar het beste in een persoonlijk contact op ingegaan kan worden. Op de website kunnen mensen zich ook aanmelden voor de nieuwsbrief die periodiek wordt uitgebracht.

## Woorden- en afkortingenlijst

Begrip	Toelichting
ADD	Acoustic Deterrent Device
AIS	automatic identification system
AMvB	Algemene Maatregelen van Bestuur
AMZ	Archeologische Monumentenzorg
AVI	afvalverbrandingsinstallatie
BAL	Besluit activiteiten leefomgeving
BAW	Bestuursakkoord Water
BBL	Besluit bouwwerken leefomgeving
BBT (BAT)	Best Beschikbare Techniek (Best Available Technology)
BKL	Besluit kwaliteit leefomgeving
Bkmw	Besluit kwaliteitseisen en monitoring water
Blbi	Besluit lozen buiten inrichtingen
BOG	boil-off-gas
BOOR	Bureau Oudheidkundig Onderzoek Rotterdam
BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
CCS	Carbon Capture, Utilisation and Storage (opslag van koolstofdioxide)
CCUS	Carbon Capture, Utilisation and Storage
CE	conventionele explosieven
CIW	Commissie Integraal Waterbeheer
CMM	Combined Metering- en Monitoringsysteem
CO2	Koolstofdioxide (een broeikasgas)
CS-OOO	Certificatieschema opsporen ontplofbare oorlogsresten
D-HUB	Distributieplatform
DCMR	Milieudienst Rijnmond
DP	Direct Pipe
EBN	Energie Beheer Nederland
EEZ	Exclusieve economische zone
EOD	Explosieven Opruiming Dienst

Begrip	Toelichting
EOR	Enhanced Oil Recovery
ESD	Emergency Shut Down
ETS	Emissions Trading Scheme
EU	Europese Unie
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
FCC	Fluid Catalytic Cracking
FEED	Front-End Engineering Design
GATE	Gas Access To Europe
GHG	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand
GLG	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand
GR	Groepsrisico externe veiligheid
GVB	Gemeenschappelijk Visserijbeleid
HBOR	Handboek Beheer en Onderhoud Rotterdam
HbR	Havenbedrijf Rotterdam
HDD	horizontal directional drilling
HSD	Hydro Sound Damper (Systeem/bubbelscherm)
I&W	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
JUP	Jack up platformen
KMS	Kaderrichtlijn Mariene Strategie
KRW	Europese Kaderrichtlijn Water
LAT	Lowest Astronomical Tide
LNG	Liquefied Natural Gas
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
m.e.r.	milieu effect rapportage (de procedure)
MER	Milieu effect rapport (het rapport)
MMO	Marine Mammal Observer
MOT	Maasvlakte Olie Terminal
Mton	Mega ton = miljoen ton
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij

Begrip	Toelichting
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NCP	Nederlands Continentaal Plat
NDFD	Nationale databank Flora en Fauna
NEN	Nederlandse Norm
NCP	Nederlands Continentaal Plat
NGD	nautical guaranteed depth
NGE	Niet Gesprongen Explosief
NIBM	niet in betekende mate
NNN	Natuurnetwerk Nederland
NOVI	Nationale Omgevingsvisie
NRB	Nederlandse Richtlijn Bodembescherming
NSG	Nederlandse Stichting Geluidshinder
NWP	Nationaal Waterplan
NZA	Noordzeeakkoord
OVR	Open Rack Vaporisers
Ow	Omgevingswet
PAM	Passive Acoustic Monitoring
PIG	pipeline inspection gauge
PTS	permanent threshold shift - permanente gehoorschade
PR	plaatsgebonden risico
PRA	project risico analyse
PSA	Pressure Swing Absorbtion
QRA	Quantitative Risk Analyses
RCE	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
RHDHV	Royal HaskoningDHV
RIVM	Rijksdienst voor Volksgezondheid en Milieu
RMS	risicomanagementsysteem
ROV	Remotely Operated Vehicle
RWS	Rijkswaterstaat
SMR	Steam Methane Reforming

Begrip	Toelichting
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
TEG	Tri-Ethyleen Glycol
TRA	technology readiness assessment
TTS	tijdelijke gehoordrempelverschuiving
UXO	unexploded ordinance
VPSA	Vacuum Pressure Swing Adsorption
VSS	Verkeers Scheiding Stelsels
Wnb	Wet natuurbeheer
WGS	Water Gas Shift
ZZS	Zeer Zorgwekkende Stoffen

## Bronnen

### Rijksbeleid

- VVD, D66, CDA en ChristenUnie, Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst, Coalitieakkoord 2021 – 2025, december 2021
- Planbureau voor de Leefomgeving, Klimaat- en Energieverkenning 2023, Ramingen van broeikasgasemissies, energiebesparing en hernieuwbare energie op hoofdlijnen, 2023
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, MIEK Overzicht 2022, Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat, december 2022.

### Kamerbrieven

- Kamerbrief d.d. 17 februari 2020 over de SDE++ ronde 2020 waarin CCS als subsidiabele techniek is toegevoegd.
- Kamerbrief d.d. 5 juli 2021 over de rol van Staatsdeelnemingen in CCS.
- Kamerbrief d.d. 10 december 2021 over stand van zaken CCS, waarin wordt ingegaan op de door EZK uitgevoerde Ruimtelijke Verkenning en de start van de Rijkscoördinatieregeling voor Aramis wordt aangekondigd.
- Kamerbrief d.d. 1 november 2022 over de aanbieding Klimaatnota en KEV 2022. In de KEV wordt de potentie en significante bijdrage van CCS aan verduurzaming van de industrie beschreven.
- Kamerbrief d.d. 17 november 2022 met antwoorden op Kamervragen over de marktordening van CCS.
- Kamerbrief d.d. 2 december 2022 over de voortgang van het MIEK, waarin Aramis aan de MIEK-lijst is toegevoegd.
- Kamerbrief d.d. 24 maart 2023 over nationaal programma voor versnelde verduurzaming van de industrie.
- Persbericht RVO d.d. 4 mei 2023 over de uitkomst van de SDE++ ronde 2022 en de link met het project Aramis.
- Kamerbrief d.d. 3 oktober 2023 over de marktontwikkeling en marktordening van CCS.

### Noordzee

- Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, Het Akkoord voor de Noordzee, Afspraken tussen Rijk en stakeholders tot 2030 met een doorkijk naar de ontwikkeling van windenergie op de lange termijn, 2020
- Rijksoverheid, Ontwerp Programma Noordzee 2022 – 2027, als bijlage onderdeel van het Ontwerp Nationaal Water Programma 2022-2027, uitgave van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, maart 2021
- Rijksoverheid, Aanvullend ontwerp Programma Noordzee 2022-2027, uitgave van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, oktober 2021

## CCS

- Pondera, CE Delft, Arcadis, Ruimtelijke verkenning, CO2 transport en -opslag, situatie medio 2021, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 721056 | V4.0, November 2021
- Royal HaskoningDHV, Nationale CO2-opslagbehoefte tot 2035, Een inventarisatie van de CO2-afvang en opslag (CCS) in Nederland, Ministerie Economische Zaken en Klimaat, september 2021
- Royal HaskoningDHV, Inventarisatie kosteneffectiviteit CCS alternatieven, Onafhankelijk onderzoek 2022 naar aantoonbaar kosteneffectieve technische alternatieven voor CCS, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, januari 2022
- Global CCS Institute, Global Status of CCS 2023, November 2023
- IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

## Windenergie

- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Ontwerpkavelbesluit kavel Alpha windenergiegebied IJmuiden Ver, juni 2023

## Survey rapporten

- Fugro, Geophysical Results Report, Aramis Project – Geophysical and Geotechnical Site Investigation, Survey Period: July 2022 – January 2023, F197217-REP-001 | 01 | 18 April 2023
- Fugro, Environmental Site Survey Total Aramis Project, Dutch Sector, Field Report, Survey Period: 04 January 2023 to 23 January 2023, F197217-REP-002 01 | 8 February 2023
- Fugro, Biodiversity Observations Report, Aramis Pipeline Route Geophysical, Geotechnical and Environmental Survey Aramis Project Area Dutch Sector, Survey Period: 11 July 2022 to 24 January 2023, F197217-REP-003 01 | 7 March 2023  
Periplus Archeomare, Aramis Pipeline, An archaeological assessment of geophysical survey results, 31-08-2023
- Fugro, Nearshore Geophysical Survey Results – Seeker, Nearshore Geophysical Survey Results – Seeker | Netherlands, F197217-REP-RES 02 | 9 November 2022

## Desktop studies

- Fugro, Environmental Desk Top Study, Aramis Pipeline Route – Geophysical and Geotechnical Site Investigation, Netherlands, F197217-REP-ENV-001 02 | October 11, 2022
- Fugro, Aramis Pipeline Routing Desktop Study - Expected Site Conditions Consultancy Report | Dutch Sector of the North Sea R201644 03 | 10 February 2022

## **Bijlage**

### **1. Overzicht benodigde vergunningen**



## Projectgerelateerd

Vergunning	Activiteit	Wettelijke grondslag	Bevoegd gezag	Coördinatie
<b>Algemeen</b>				
Omgevingsvergunning	Natura 2000 activiteit - alle onderdelen die negatief effect hebben op Natura 2000-gebieden, voornamelijk als gevolg van stikstofdepositie in de bouwfase en de operationele fase	art. 5.1 lid 1 onder e Ow	Minister voor Natuur en Stikstof	1e mandje
Omgevingsvergunning	Flora en Fauna activiteit - alle onderdelen die een negatief effect hebben op het voorkomen van beschermende soorten flora en fauna in de bouwfase en de operationele fase	art. 5.1 lid 1 onder g Ow	Minister voor Natuur en Stikstof	2e mandje
<b>Terminal</b>				
Omgevingsvergunning	Milieubelastende activiteit - exploiteren van een mijnbouwwerk (hogedrukpomp)	art. 5.1 lid 2 onder b Ow art. 3.321 Bal - art. 4.10 Ob	Minister EZK	1e mandje
Mijnbouwvergunning	Aanleg transportleiding in de territoriale zee of op het continentaal plat of op vasteland (CO2next leiding naar compressorstation)	art. 94 Mijnbouwbesluit	Minister EZK	1e mandje
Omgevingsvergunning	Omgevingsplanactiviteit met betrekking tot bouwwerken - toets van een bouwwerk (hogedrukpomp, opslagtanks, installaties, leidingen en steigers)	art. 5.1 lid 1 onder a Ow	Minister EZK	2e mandje
Omgevingsvergunning	Omgevingsplanactiviteit	art. 4.1 VBOR	B&W Gemeente Rotterdam	niet of 3
Omgevingsvergunning	Op grond van omgevingsplan voor het archeologisch behoud van monumenten - aanleg terminal	art. 5.1 lid 1 onder a en b Ow	EZK (meervoudige aanvraag, i.v.m. magneetactiviteit mijnbouwwerk)	nog onbekend, waarschijnlijk niet nodig
<b>Compressorstation</b>				
Omgevingsvergunning	Milieubelastende activiteit - exploiteren van een mijnbouwwerk (compressoren)	art. 5.1 lid 2 onder b Ow art. 3.321 Bal - art. 4.10 Ob	Minister EZK	2e mandje
Omgevingsvergunning	Bouwactiviteit - bouwen van bouwwerken (compressoren en installaties)	art. 5.1 lid 2 onder a Ow	Minister EZK	2e mandje
Omgevingsvergunning	Omgevingsplanactiviteit met betrekking tot bouwwerken - toets van een bouwwerk (compressoren en installaties)	art. 5.1 lid 1 onder a Ow	Minister EZK	2e mandje
<b>Zeeleiding</b>				
Mijnbouwvergunning	Aanleg transportleiding in de territoriale zee of op het continentaal plat (trunkline)	art. 94 Mijnbouwbesluit	Minister EZK	1e mandje

Vergunning	Activiteit	Wettelijke grondslag	Bevoegd gezag	Coördinatie
Omgevingsvergunning	Bouwactiviteit (onshore) - bouwen / aanleggen permanente ondersteunende constructies ten behoeve van de transportleiding	art. 5.1 lid 2 onder a Ow	B&W Gemeente Rotterdam	2e mandje
Omgevingsvergunning	Omgevingsplanactiviteit met betrekking tot bouwwerken - toets van een bouwwerk (ondersteunende constructies)	art. 5.1 lid 1 onder a Ow	B&W Gemeente Rotterdam	2e mandje
Omgevingsvergunning	Milieubelastende activiteit - exploiteren van een mijnbouwwerk (DHUB-distributieplatform)	art. 5.1 lid 2 onder b Ow art. 3.321 Bal - art. 4.10 Ob	Minister EZK	2e mandje
Omgevingsvergunning	Omgevingsplanactiviteit - aanleggen en gebruik van buisleiding in openbare ruimte en daaraan grenzend gebied	art. 4.1 VBOR	B&W Gemeente Rotterdam	3 of niet onder coördinatie
Omgevingsvergunning	Bouwactiviteit (onshore) - bouwen / aanleggen beach valve gebouw (gebouw, ondergrond, hekwerk)	art. 5.1 lid 2 onder a Ow	B&W Gemeente Rotterdam	3 of niet onder coördinatie
Omgevingsvergunning	Omgevingsplanactiviteit met betrekking tot bouwwerken - toets van een bouwwerk (beach valve gebouw)	art. 5.1 lid 1 onder a Ow	B&W Gemeente Rotterdam	3 of niet onder coördinatie
Omgevingsvergunning	Bouwactiviteit (onshore) - bouwen / aanleggen tijdelijke operator ruimte	art. 5.1 lid 2 onder a Ow	B&W Gemeente Rotterdam	3 of niet onder coördinatie
Omgevingsvergunning	Omgevingsplanactiviteit met betrekking tot bouwwerken - toets van een bouwwerk (tijdelijk operator ruimte)	art. 5.1 lid 1 onder a Ow	B&W Gemeente Rotterdam	3 of niet onder coördinatie
	Aannemersvergunning: Onttrekken grondwater			niet
	Aannemersvergunning: Lozen/injecteren grondwater			niet
<b>Operators</b>				
Omgevingsvergunning	Milieubelastende activiteit - het aanleggen en exploiteren van een mijnbouwwerk (boorgaten en platform)	art. 5.1 lid 2 onder b Ow art. 3.321 Bal - art. 4.10 Ob	Minister EZK	1e mandje
Mijnbouwvergunning	Aanleg transportleiding in de territoriale zee of op het continentaal plat (spurline)	art. 94 Mijnbouwbesluit	Minister EZK	1e mandje
<b>Natuurversterkend bouwen</b>				
Omgevingsvergunning	Beperkingen gebied activiteit met betrekking tot een installatie in een waterstaatswerk (voor het hebben van natuurversterkende objecten binnen veiligheidszone rondom platform)	art. 5.1 lid 2 onder f sub 5 Ow art. 7.46 en 7.47 Bal	Minister EZK	optioneel (2 of 3)
Omgevingsvergunning	Beperkingen gebied activiteit waterstaatswerk (voor het plaatsen en in stand houden van natuurversterkende objecten op de spurline)	art. 5.1 lid 2 onder f Ow art. 7.16 en 7.17 Bal	Minister I&W (RWS)	optioneel (2 of 3)

**Bijlage**

**2. Energie en CO<sub>2</sub>-balans**