

# RAPPORT

## Stikstofdepositie onderzoek Aramis


MER Aramis CO2 transportinfrastructuur

Klant: Aramis

Referentie: ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2011

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-2011
	Document title	Nitrogen deposition modeling
	Revision	Final 4.0

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85  
3068 AX Rotterdam  
Netherlands  
Industry & Buildings

+31 88 348 90 00 **T**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Stikstofdepositie onderzoek Aramis

Sub titel: MER Aramis CO2 transportinfrastructuur  
Referentie: ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2011  
Status: Definitief/01  
Datum: 9 februari 2024  
Projectnaam: MER Aramis stikstofdepositie onderzoek  
Projectnummer: BH8744

Classificatie

Projectgerelateerd

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd 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	Korte introductie van het Aramis initiatief	1
1.2	Korte introductie op het milieuaspect stikstof	3
1.2.1	Stikstofdepositie	3
1.2.2	Relevante fases	3
1.2.3	Relevante alternatieven en varianten	4
1.3	Opbouw van het MER en dit detailrapport	4
<b>2</b>	<b>Beleid, wet- en regelgeving</b>	<b>6</b>
2.1	Omgevingswet	6
<b>3</b>	<b>Algemene uitgangspunten</b>	<b>8</b>
3.1	Wegverkeer	8
3.2	Luchtvaart	9
3.3	Mobiele werktuigen	9
3.4	Scheepvaart	10
<b>4</b>	<b>Realisatiefase</b>	<b>11</b>
4.1	CO <sub>2</sub> next	12
4.1.1	Bouw CO <sub>2</sub> opslag terminal	12
4.1.2	Bouw steigers	15
4.2	Compressorstation	18
4.3	Transportleiding	19
4.3.1	Segmented tunnel scenario	20
4.3.1.1	Aanleg transportleiding (landdeel)	20
4.3.1.2	Aanleg segmented tunnel	21
4.3.1.3	Aanleg zeeleiding	23
4.3.1.4	Bouw D-Hub	24
4.4	Platforms en verbindingsleidingen	25
4.5	Base case resultaten realisatiefase	25
4.5.1	Optimalisatie voorkeursalternatief	26
4.5.2	Optimalisatie resultaten realisatiefase	27
<b>5</b>	<b>Testfase</b>	<b>29</b>
5.1	Materieel	29
5.2	Wegverkeer	30
5.3	Resultaten testfase	31

<b>6</b>	<b>Operationele fase</b>	<b>32</b>
6.1	CO <sub>2</sub> next	32
6.2	Compressorstation	33
6.3	Platforms	33
6.4	Resultaten operationele fase	34
<b>7</b>	<b>Ontmanteling</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>Alternatieven en varianten</b>	<b>36</b>
8.1	Overzicht alternatieven en varianten	36
8.1.1	Alternatieve locatie van de CO <sub>2</sub> terminal	36
8.1.2	Varianten opslagtanks	37
8.1.3	Alternatieve kruisingen van de zeewering en Maasgeul	37
8.1.4	Alternatieve tracés van de zeeleiding	38
8.1.5	Varianten type knooppunt op zee	38
8.1.6	Varianten optimalisatie realisatiefase	39
<b>9</b>	<b>Milieueffecten buiten Aramis scope</b>	<b>40</b>
9.1	CO <sub>2</sub> -transport naar de Maasvlakte middels landleiding of per schip	40
9.2	Aansluiting op Porthos-leiding en aanpassen kade	41
9.3	Afvang CO <sub>2</sub> voor Aramis initiatief	41
<b>10</b>	<b>Leemten in kennis</b>	<b>42</b>
<b>11</b>	<b>Conclusie</b>	<b>43</b>

## Bijlagen

A1	Realisatiefase microtunnel scenario
A2	Realisatiefase direct-pipe scenario
A3	Optimalisatie segmented tunnel scenario
A4	Optimalisatie microtunnel scenario
A5	Optimalisatie direct-pipe scenario
A6	Realisatiefase Shell platform K14-FA
A7	Realisatiefase Neptune Energy platform L10-R
A8	Realisatiefase TotalEnergies platform L4-A
A9	Operationele fase Shell platform K14-FA
A10	Operationele fase Neptune Energy platform L10-R
A11	Operationele fase TotalEnergies platform L4-A
A12	AERIUS rapportage – Realisatiefase segmented tunnel scenario (base case)
A13	AERIUS rapportage – Realisatiefase microtunnel scenario (alternatief)

- A14 AERIUS rapportage – Realisatiefase direct-pipe scenario (alternatief)
- A15 AERIUS rapportage – Optimalisatie berekening segmented tunnel scenario
- A16 AERIUS rapportage – Optimalisatie berekening microtunnel scenario
- A17 AERIUS rapportage – Optimalisatie berekening direct-pipe scenario
- A18 AERIUS rapportage – Testfase
- A19 AERIUS rapportage – Operationele fase

## 1 Inleiding

Voor u ligt het stikstofdepositie onderzoek, onderdeel van het MER voor het Aramis initiatief.

Dit deelrapport heeft betrekking op het milieuthema stikstof. Hierbij zijn de mogelijke effecten van de voorgenomen activiteiten van Aramis in de vorm van stikstofdepositie op nabijgelegen Natura 2000-gebieden onderzocht.

Daarnaast bevat dit rapport een gedetailleerde beschrijving en beoordeling van de effecten van alle onderdelen van het Aramis initiatief, en een globale beschrijving en beoordeling van de effecten van onderdelen die niet tot het Aramis initiatief behoren, maar wel tot de CCS-keten.

### 1.1 Korte introductie van het Aramis initiatief

#### Integrale Aramis CCS-keten

Om de klimaatdoelstellingen te behalen, is er behoefte aan additionele transportinfrastructuur voor CO<sub>2</sub>, waarmee meerdere opslaglocaties op zee worden ontsloten voor verschillende industriële emissiebronnen. Het Aramis initiatief speelt in op die behoefte door een nieuwe integrale en open CCS-keten mogelijk te maken. Het Aramis initiatief vormt een onderdeel van deze CCS-keten en bestaat uit de aanleg en exploitatie van een open CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur. Het Aramis initiatief wordt in de rapportage dan ook wel aangeduid als Aramis CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur. Samen met de afvanginfrastructuur en opslaginfrastructuur vormt dit de integrale CCS keten met onderstaande samenhangende onderdelen (zie figuur 1-1).

#### CO<sub>2</sub>-afvanginfrastructuur

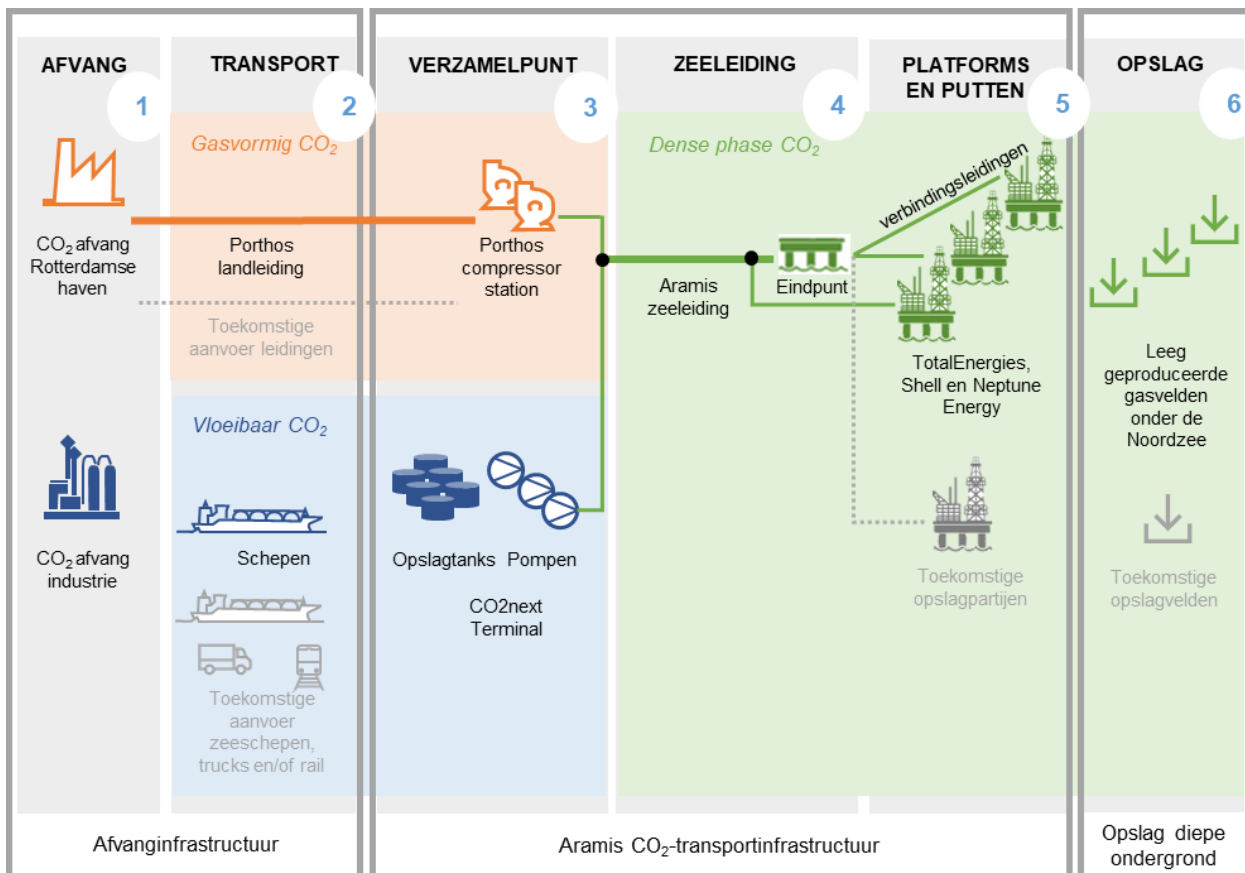
- 1 CO<sub>2</sub>-afvang bij industrie, en geschikt maken voor transport;
- 2 CO<sub>2</sub>-transport naar het verzamelpunt op de Maasvlakte, middels de Porthos landleiding of per schip;

#### CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur (Aramis initiatief)

- 3 CO<sub>2</sub>-verzamelpunt op de Maasvlakte met een compressorstation en een terminal.
  - Het compressorstation ontvangt gasvormig CO<sub>2</sub> dat aangevoerd wordt per landleiding (via de Porthos-landleiding) en brengt het op druk voor het transport per zeeleiding;
  - De terminal ontvangt vloeibaar CO<sub>2</sub> aangevoerd per schip. De terminal locatie bevat steigers, opslagtanks voor tijdelijke opslag van CO<sub>2</sub> en hogedrukpompen voor levering aan de zeeleiding. CO<sub>2</sub> uit het compressorstation en vanaf de terminal komen samen in de CO<sub>2</sub>-zeeleiding;
- 4 CO<sub>2</sub>-transport door de centrale CO<sub>2</sub>-zeeleiding naar het distributieplatform op de Noordzee. Dit platform is uitgerust met een verdeelstation voor toevoer van CO<sub>2</sub> naar de verschillende platforms. Er zijn tevens connectiepunten in de zeeleiding waar vandaan CO<sub>2</sub> aan platforms geleverd kan worden;
- 5 CO<sub>2</sub>-injectie: via verbindingsleidingen komt de CO<sub>2</sub> vanaf de zeeleiding bij injectieplatform. Middels putten bij deze platforms wordt CO<sub>2</sub> geïnjecteerd in leeg geproduceerde gasvelden in de diepe ondergrond van de Noordzee.

#### CO<sub>2</sub>-opslag diepe ondergrond

- 6 CO<sub>2</sub>-opslag: permanente CO<sub>2</sub> opslag in de diepe ondergrond.



Figuur 1-1. Overzicht van de integrale CCS-keten met daarin de componenten die onderdeel zijn van de voorgenomen activiteit, namelijk: transport per schip, terminal CO<sub>2</sub>next, uitbreiding compressorstation Porthos, zeeleiding met eindpunt en connectiepunten, aansluitleidingen en platforms

### Het Aramis initiatief

Het Aramis initiatief heeft als doel het verzamelpunt (onderdeel 3), de zeeleiding (onderdeel 4) en de injectie (onderdeel 5) te realiseren. Hiervoor wordt door het Aramis consortium (bestaande uit Shell, TotalEnergies, Gasunie en EBN) samengewerkt met CO<sub>2</sub>next (voor de terminal) en Porthos (voor het compressorstation). De opslag vindt plaats vanaf de platforms van Shell, TotalEnergies en Neptune Energy.

De afvang (onderdeel 1) en transport van CO<sub>2</sub> naar het verzamelpunt (onderdeel 2) vallen buiten het Aramis initiatief<sup>1</sup>. In het MER worden deze aspecten wel benoemd en op hoofdlijnen beschreven, omdat ze integraal onderdeel uitmaken van de integrale Aramis CCS keten.

De opslag in de diepe ondergrond (onderdeel 6) valt eveneens buiten het initiatief. Voor de diepe ondergrond gelden geen milieuregels. De mogelijke gevolgen van opslag in de diepe ondergrond wordt echter wel apart beschreven in het MER middels de deelrapporten opslag diepe ondergrond.

Bij de aanleg van Aramis wordt rekening gehouden met toekomstige uitbreiding met meer leveranciers van CO<sub>2</sub> en meer opslagpartijen. In eerste instantie wordt vergunning aangevraagd voor een startsituatie en de eerste uitbreidingssituatie. Dit wordt in het MER getoetst. Toekomstige initiatieven *na* de eerste uitbreidingssituatie behoren niet tot de vergunningaanvraag maar worden in het MER wel (globaal) beschreven.

<sup>1</sup> Een deel van de schepen die CO<sub>2</sub> leveren aan de terminal is afkomstig van Aramis-initiatiefnemers.

De ingebruikname verwachten de Aramis initiatiefnemers in 2028, waarbij tegelijk al de eerste activiteiten zoals beschreven in de eerste uitbreidings situatie kunnen starten. Voor het bereiken van de maximale doorvoercapaciteit is enkele jaren later als uitgangspunt in het MER aangehouden.

Een uitgebreide beschrijving van het Aramis initiatief is opgenomen in het deelrapport technische beschrijving en het samenvattend hoofdrapport MER (zie figuur 1-2).

## 1.2 Korte introductie op het milieuaspect stikstof

### 1.2.1 Stikstofdepositie

Als gevolg van de voorgenomen activiteiten gedurende de aanlegfase en operationele fase van Aramis komen stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) en ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) vrij die kunnen neerslaan op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. In het kader van de Omgevingswet dienen de effecten van deze emissies, in de vorm van stikstofdepositie op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden, onderzocht te worden. Indien er sprake is van een depositiebijdrage op een Natura 2000-gebied die hoger is dan 0,00 mol N/ha/jaar, dan zijn negatieve ecologische effecten niet op voorhand uit te sluiten.

Ten behoeve van het Aramis project zijn berekeningen uitgevoerd die de stikstofdepositiebijdrage inzichtelijk maken. Deze berekeningen zijn zowel voor de realisatiefase als voor de operationele fase in de meest recente versie van AERIUS Calculator (versie 2023.1) uitgevoerd. In het voorliggende deelrapport worden de volgende punten toegelicht:

- Uitgangspunten en aannames voor de invoergegevens;
- Varianten en effecten op de totale stikstofemissie;
- Resulterende stikstofdepositie per variant en Natura 2000-gebied;
- Mogelijke optimalisaties en mitigerende maatregelen en het resulterende effect op de depositie.

Dit deelrapport over stikstof voor het Aramis initiatief dient als onderliggend rapport voor zowel de milieueffectrapportage (MER) als voor de vergunningsaanvraag.

### 1.2.2 Relevante fases

Het MER bestudeert de aspecten van een activiteit die de fysieke leefomgeving kunnen beïnvloeden. De milieueffecten van de alternatieven en varianten voor het thema stikstof worden hierin beschreven. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de aanlegfase, operationele fase en ontmanteling:

- De aanlegfase bestaat uit de aanleg van de  $\text{CO}_2$  opslagterminal, het aanpassen van het compressorstation, het plaatsen van de buisleiding onshore en offshore en het bouwen van platforms en aansluiten van deelleidingen.
- De gebruiksfase bestaat uit de start-up en shutdown van de buisleiding waarbij de druk en temperatuur van  $\text{CO}_2$  in de buisleiding zal toenemen en afnemen. Gedurende de normale gebruiksfase wordt een constante druk en temperatuur aangenomen.
- De ontmanteling bestaat uit het buiten bedrijf stellen van de CCS-keten en het verwijderen van onderdelen. De scope van de werkzaamheden bij ontmanteling is nog onbekend.

In de eerste fase van de m.e.r.-procedure voor het Aramis initiatief is afgebakend welke onderwerpen binnen dit thema relevant zijn om te onderzoeken en hoe. Dit is beschreven in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau die 18 november 2022 definitief is vastgesteld door de Minister voor Klimaat en Energie.



### 1.2.3 Relevante alternatieven en varianten

In het MER zijn verschillende alternatieven en varianten onderzocht. Deze alternatieven en varianten zijn voor het milieuaspect stikstof niet allemaal relevant. In Tabel 1-1 zijn de relevante varianten opgenomen.

Tabel 1-1. Relevante alternatieven en varianten voor het milieuaspect stikstof

Locatie	Voorgenomen activiteit	Alternatief/variant
Locatie van de terminal	Op het MOT-terrein, ten zuidoosten van de meest oostelijke opslag tanks voor aardolie	Op het GATE Tank 5-terminalterrein ten noordwesten van de Yukonhaven
Opslag tanks terminal	Spheres	Bullets
Kruising Maasgeul	Microtunnel-techniek vanaf haaienvin bij Edisonbaai, opgevolgd door de segmented tunnel-techniek	Direct Pipe-techniek nabij de kruising met de Porthos leiding
Tracé van de zeeleiding	Westelijke route langs K14 platform	Westelijke route 2
		Centrale route
Type knooppunt op zee	Platform installatie voor eindpunt	Eindpunt op bestaand platform
		Eindpunt op de zeebodem

Een uitgebreide beschrijving van al de alternatieven en varianten is opgenomen in het deelrapport Technische beschrijving bij het MER.

## 1.3 Opbouw van het MER en dit detailrapport

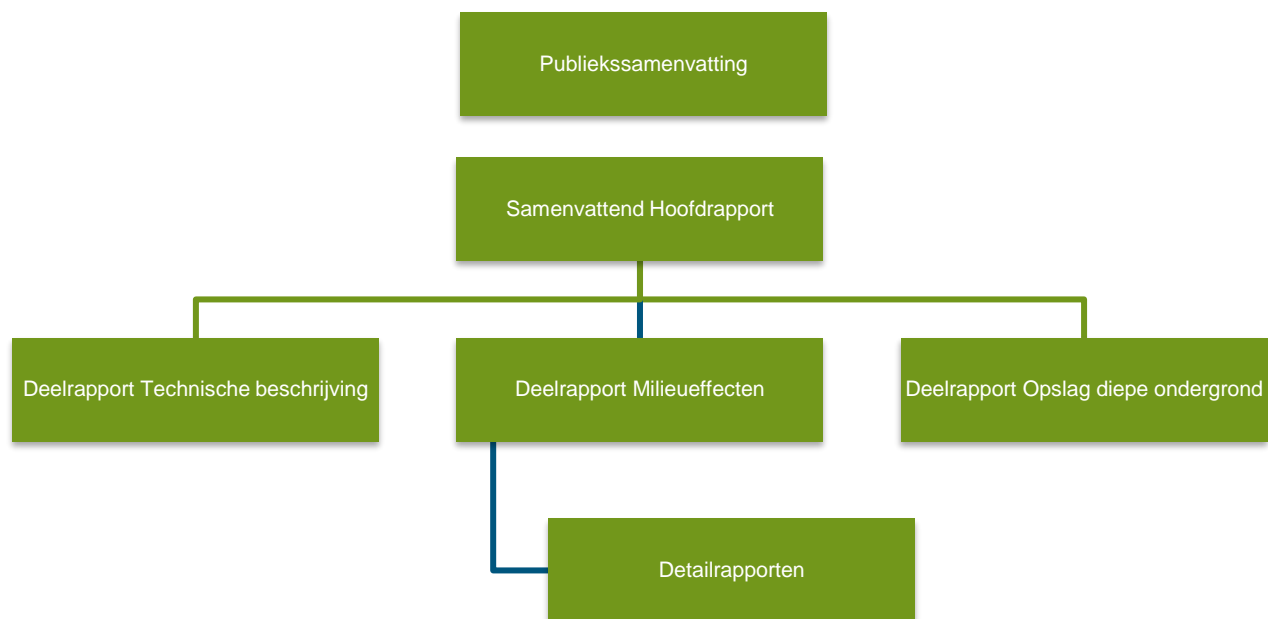
### Opbouw van het MER

Voor het Aramis initiatief is een gecombineerd Plan-/ProjectMER opgesteld. Figuur 1.2 geeft de rapportagestructuur van het MER Aramis. Het MER bestaat uit een Samenvattend Hoofdrapport, voorzien van een Publiekssamenvatting. Ter onderbouwing van het Samenvattend Hoofdrapport zijn deelrapporten opgesteld. Dit betreft het deelrapport Technische beschrijving van Aramis, het deelrapport Milieueffecten met daarbij de onderliggende technische detailstudies en de deelrapporten Opslag diepe ondergrond. Doordat CO<sub>2</sub> in meerdere geologische voorkomens wordt opgeslagen, zijn er voor de opslag diepe ondergrond meerdere deelrapporten opgesteld.

Het voorliggende rapport is het stikstofdepositie onderzoek. De bevindingen uit dit detailrapport zijn opgenomen in het Deelrapport Milieueffecten, en op hoofdlijnen in het Samenvattend Hoofdrapport.

### Opbouw van dit detailrapport

Dit detailrapport beschrijft in hoofdstuk 2 het beleid, wet- en regelgeving voor het milieuaspect stikstof. Hoofdstuk 3 beschrijft de algemene uitgangspunten die zijn gehanteerd voor de stikstofberekeningen in AERIUS Calculator. Deze uitgangspunten gelden, tenzij anders is aangegeven, voor de berekening van de realisatiefase, de testfase en de operationele fase. In hoofdstuk 4 wordt de realisatiefase beschreven. Deze bestaat uit een base case scenario en een optimalisatie scenario. In het optimalisatie scenario is gekeken naar mitigerende maatregelen om de stikstofemissies van de base case scenario verder te reduceren. In hoofdstuk 5 wordt de testfase beschreven, waarna hoofdstuk 6 ingaat op de gebruiksfase van de CO<sub>2</sub>-transport en opslaginfrastructuur. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de ontmanteling. De effecten van de varianten die zijn verkend door Aramis en CO<sub>2</sub>next worden in hoofdstuk 8 beschreven. In hoofdstuk 9 wordt op globaal niveau ingegaan op de effecten van alle ketenonderdelen die niet binnen de scope vallen van het Aramis initiatief, maar hier wel mee samenhangen. In hoofdstuk 10 wordt de leemte in kennis beschreven voor het milieuaspect stikstof. Tot slot wordt in hoofdstuk 11 een conclusie van het uitgevoerde stikstofdepositie onderzoek voor Aramis gegeven.



*Figuur 1.2: Overzicht rapportagestructuur MER Aramis*

## 2 **Beleid, wet- en regelgeving**

### 2.1 **Omgevingswet**

Uit artikel 5.1 lid 1 onder e van de Omgevingswet (Ow) volgt een vergunningplicht voor zogenaamde 'Natura 2000-activiteiten'. Er is sprake van een Natura 2000-activiteit indien een activiteit significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied. Voordat een omgevingsvergunning voor een activiteit kan worden verleend, moet eerst worden beoordeeld of het voorgenomen project of plan een Natura 2000-activiteit betreft. Indien op voorhand significante effecten kunnen worden uitgesloten, is er geen sprake van een Natura 2000-activiteit en is er geen omgevingsvergunning benodigd in het kader van de Omgevingswet. Om te toetsen of voor een nieuwe of bestaande (uitgebreide) activiteit sprake is van een Natura 2000-activiteit is door de Rijksoverheid een beslisboom opgesteld, zie Figuur 2.1.

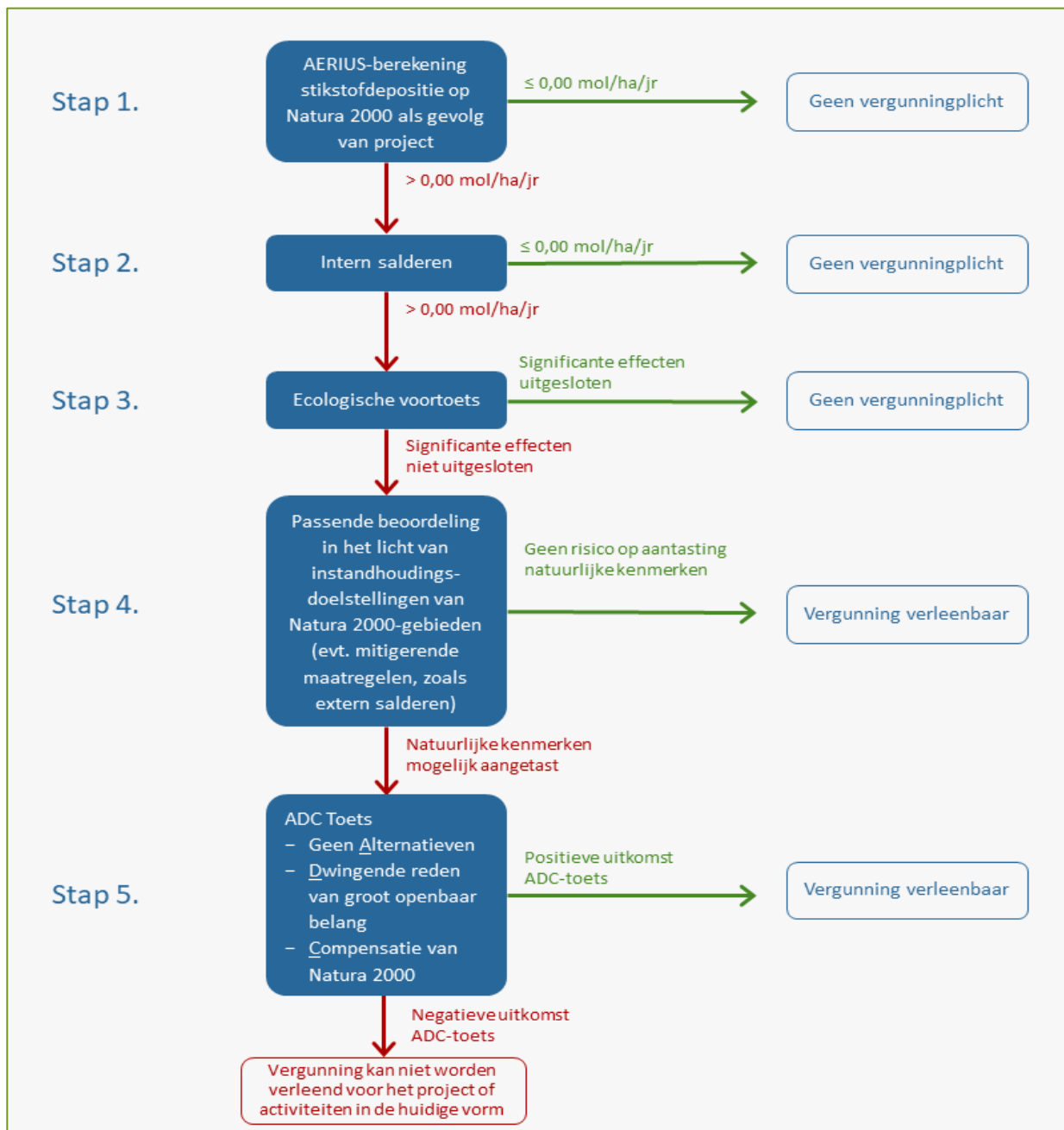
#### **Toelichting bij de beslisboom toestemmingsverlening stikstofdepositie:**

- Stap 1: Het berekenen van de stikstofdepositie veroorzaakt door het project. Bij een depositie > 0,00 mol/ha/jaar wordt gekeken of intern salderen mogelijk is (volgende stap).
- Stap 2: Intern salderen, om te garanderen dat er geen toename is in stikstofdepositie ten opzichte van de referentiesituatie.
- Stap 3: Ecologische voortoets om te bepalen of significante effecten door toename in stikstofdepositie kunnen worden uitgesloten.

Wanneer geen depositie wordt berekend of bij een berekende depositie lager dan 0,00 mol/ha/jaar geldt er geen vergunningplicht voor het project of activiteit(en). Wanneer een ecologische voortoets significante effecten uitsluit, dan geldt eveneens geen vergunningplicht.

Bij een depositie hoger dan 0,00 mol/ha/jaar of mogelijk significante effecten, moet er worden gekeken naar andere mogelijkheden om de vergunbaarheid van het project of activiteit te onderbouwen:

- Stap 4: Passende beoordeling van het effect op natuurlijke kenmerken van het gebied met eventueel extern salderen.
- Stap 5: ADC-toets wanneer schade aan kwetsbare Natura 2000-gebieden niet kan worden uitgesloten. In de ADC-toets staat dat alternatieven voor de activiteit onmogelijk zijn, dat er dwingende redenen van openbaar belang zijn en staat een beschrijving van de wijze waarop schade aan kwetsbare habitattypen wordt gecompenseerd.



Figuur 2.1: Gehanteerde beslisboom betreffende stikstofdepositie (aangepast naar actuele wijzigingen in wetgeving)

### 3 Algemene uitgangspunten

Het Aramis initiatief bestaat uit de aanleg en exploitatie van een open CCS-infrastructuur. Voor de start van de aanlegfase wordt uitgegaan van 2026 en neemt naar verwachting 2 jaar in beslag. Na de realisatiefase volgt een testfase waarbij de gerealiseerde pijpleidingen voorbereid worden voor ingebruikname. De testfase vindt naar verwachting begin 2028 plaats en duurt circa 6 maanden. Wanneer de testfase succesvol is doorlopen, zal de (volledige) ingebruikname van de CO<sub>2</sub>-transport en opslaginfrastructuur naar verwachting in 2029 plaatsvinden.

#### Realisatiefase

Ten gevolge van verbrandingsemissies van het in te zetten bouwmaterieel, wegverkeer, schepen en helikopters gedurende de tweejarige realisatiefase zal uitstoot van stikstof optreden. De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de realisatie te delen door twee, omdat het voor een dergelijk complex project op voorhand erg lastig is om aan te geven hoe de werkzaamheden over de twee jaar zijn verdeeld. Op basis van uitgangspunten die door Aramis en CO<sub>2</sub>next zijn aangeleverd, zijn de relevante stikstofemissiebronnen en emissievrachten bepaald. Vervolgens is in AERIUS Calculator een model opgesteld die de stikstofdepositie van de realisatiefase berekend.

#### Testfase

Ook gedurende de testfase zal uitstoot van stikstof optreden ten gevolge van verbrandingsemissies van testinstallaties, materieel, wegverkeer en schepen. Deze emissies zijn tijdelijk en vinden plaats aansluitend op de realisatiefase. Op basis van uitgangspunten die door Aramis zijn aangeleverd, zijn de relevante stikstofemissiebronnen en emissievrachten bepaald. In AERIUS Calculator is vervolgens voor de testfase apart een model opgesteld die de stikstofdepositie van de testfase berekend.

#### Operationele fase

De jaarlijkse stikstofemissies die vrijkomen gedurende de operationele fase zullen vergeleken met de realisatiefase fors minder zijn. De operationele fase betreft namelijk alleen onderhouds- en reparatiewerkzaamheden van de CO<sub>2</sub>-transport en opslaginfrastructuur. Uitstoot van stikstof zal jaarlijks optreden ten gevolge van verbrandingsemissies van wegverkeer, schepen en noodstroomgeneratoren (NSA's). Op basis van uitgangspunten die door Aramis en CO<sub>2</sub>next zijn aangeleverd, zijn de relevante stikstofemissiebronnen en jaarlijkse emissievrachten bepaald. In AERIUS Calculator is vervolgens voor de operationele fase apart een model opgesteld die de stikstofdepositie berekend.

#### Ontmanteling

Gedurende de ontmanteling zal ook uitstoot van stikstof optreden. De scope van de werkzaamheden voor de ontmanteling is echter nog onbekend, waardoor het nog erg lastig is om de stikstofemissiebronnen en emissievrachten te bepalen. Verwacht mag worden dat ontmanteling van de CO<sub>2</sub>-transport en opslaginfrastructuur qua in te zetten materieel minder stikstofemissies veroorzaakt dan de realisatiefase.

### 3.1 Wegverkeer

De stikstofemissies veroorzaakt door wegverkeer zijn bepaald aan de hand van het aantal bewegingen per jaar, de geschatte enkele rit afstand en de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissiefactoren gepubliceerd door TNO<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> TNO (2023), "Emissiefactoren wegverkeer 2023", publicatiedatum 22 juni 2023, via URL: <https://repository.tno.nl/SingleDoc?find=UID%20f02dc6de-91b4-4747-bf27-ec0165ffb6b7>

Voor het berekenen van de stikstofemissies afkomstig van wegverkeer zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De stikstofemissies afkomstig van wegverkeer zijn in de meeste recente versie van AERIUS Calculator automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden;
- Het verkeer op het terrein is gemodelleerd als stagnerend verkeer (congestie 100%) met een snelheid van 12 km/uur;
- De verkeersaantrekkende werking is meegenomen tot aan de op- en afrit die op ongeveer 525 meter ten oosten van het Prinses Amaliaviaduct liggen. Vanaf dit knooppunt wordt aangenomen dat het verkeer van Aramis is opgenomen in het heersende verkeersbeeld, omdat er geen onderscheid meer kan worden gemaakt van de snelheid en rij- en stopgedrag van het overige verkeer dat zich op de betrokken weg bevindt;
- De verkeersaantrekkende werking is gemodelleerd als lijnbron met het wegtype “Buitenweg” (congestie 0%).

## 3.2 Luchtvaart

### Helikopterbewegingen

Voor het berekenen van de stikstofemissies afkomstig van helikopters zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de Landing and Take-off (LTO) is een emissiekental van 0,286 kg NO<sub>x</sub> per helikopter gehanteerd en voor het vliegen een emissiekental van 2,35 kg NO<sub>x</sub> per uur<sup>3</sup>.
- Voor de kruissnelheid van een helikopter is uitgegaan van 240 km/uur.

## 3.3 Mobiele werktuigen

De stikstofemissies die vrijkomen bij de inzet van mobiele werktuigen zijn berekend aan de hand van de AUB-methode (AdBlue-verbruik, uren en brandstof) uit het TNO rapport R12305<sup>4</sup>. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de belasting van mobiele werktuigen is uitgegaan van een ‘worst-case’ belasting van 47,3%;
- De bronkenmerken van mobiele werktuigen zijn gebaseerd op de default waarden in AERIUS Calculator, waarbij wordt uitgegaan van een uitstoothoogte van 2,5 meter en een spreiding van 1,25 meter. Voor de warmte-inhoud van mobiele werktuigen is uitgegaan van 0,035 MW;
- Als uitgangspunt is gesteld dat de mobiele werktuigen in de basis voldoen aan Stageklasse IV. In de berekeningen is uitgegaan van het bouwjaar 2015.
- De mobiele werktuigen hebben, tenzij anders is aangegeven, een diesel aangedreven motor;
- Het AdBlue-verbruik is in AERIUS Calculator gelimiteerd tot 3% (categorie C) of 6% (categorie D) van het dieselverbruik<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> T. Rindlisbacher (2015). “Guidance on the Determination of Helicopter Emissions” Edition 2. Datum: December 2015

<sup>4</sup> Ligterink et al. (2021). AUB (AdBlue verbruik, uren en brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen. TNO rapport R12305. Datum: 10 december 2021.

### 3.4 Scheepvaart

#### Binnenvaart

De stikstofemissies die vrijkomen tijdens het varen van binnenvaartschepen zijn, tenzij anders is aangegeven, automatisch berekend in AERIUS Calculator op basis van de invoerparameters en default waarden<sup>5</sup>. Bij de emissieberekening gaat AERIUS Calculator uit van emissiefactoren NO<sub>x</sub> per gevaren kilometer of per uur verblijftijd die zijn vastgesteld op basis van een onderzoek van TNO<sup>6</sup>. Net als bij wegverkeer wordt scheepvaart ten gevolge van een project meegenomen tot het is opgenomen in het heersend vaarbeeld. Dit is wanneer de schepen binnen het reguliere binnenvaart netwerk varen. In het kaartlagenpaneel van AERIUS Calculator kan het reguliere binnenvaart netwerk worden weergeven.

#### Zeeschepen

De stikstofemissies die vrijkomen tijdens het varen van zeeschepen zijn berekend op basis van het energieverbruik van de schepen en de NO<sub>x</sub>-emissiestandaarden uit MARPOL Annex VI<sup>7</sup>. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor zeeschepen is uitgegaan van een IMO TIER II emissiestandaard;
- De fractie van het ingezet vermogen ten opzichte van het geïnstalleerde vermogen is voor zeeschepen bepaald op 80% (varen), 50% (stilliggen);
- De bronkenmerken van zeeschepen zijn bepaald aan de hand van de TNO Excelsheet "Emissiefactoren zeevaart 2023"<sup>8</sup>;
- De vaarroute van zeeschepen is meegenomen vanaf het punt dat de zeeschepen afwijken van het reguliere zeescheepvaart netwerk. In het kaartlagenpaneel van AERIUS Calculator kan het reguliere zeescheepvaart netwerk worden weergeven.

<sup>5</sup> BIJ12 (2023). Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2023", versie 2, BIJ12, november 2023. Via URL: <https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/2023/11/Instructie-gegevensinvoer-voor-AERIUS-Calculator-2023-1.pdf>

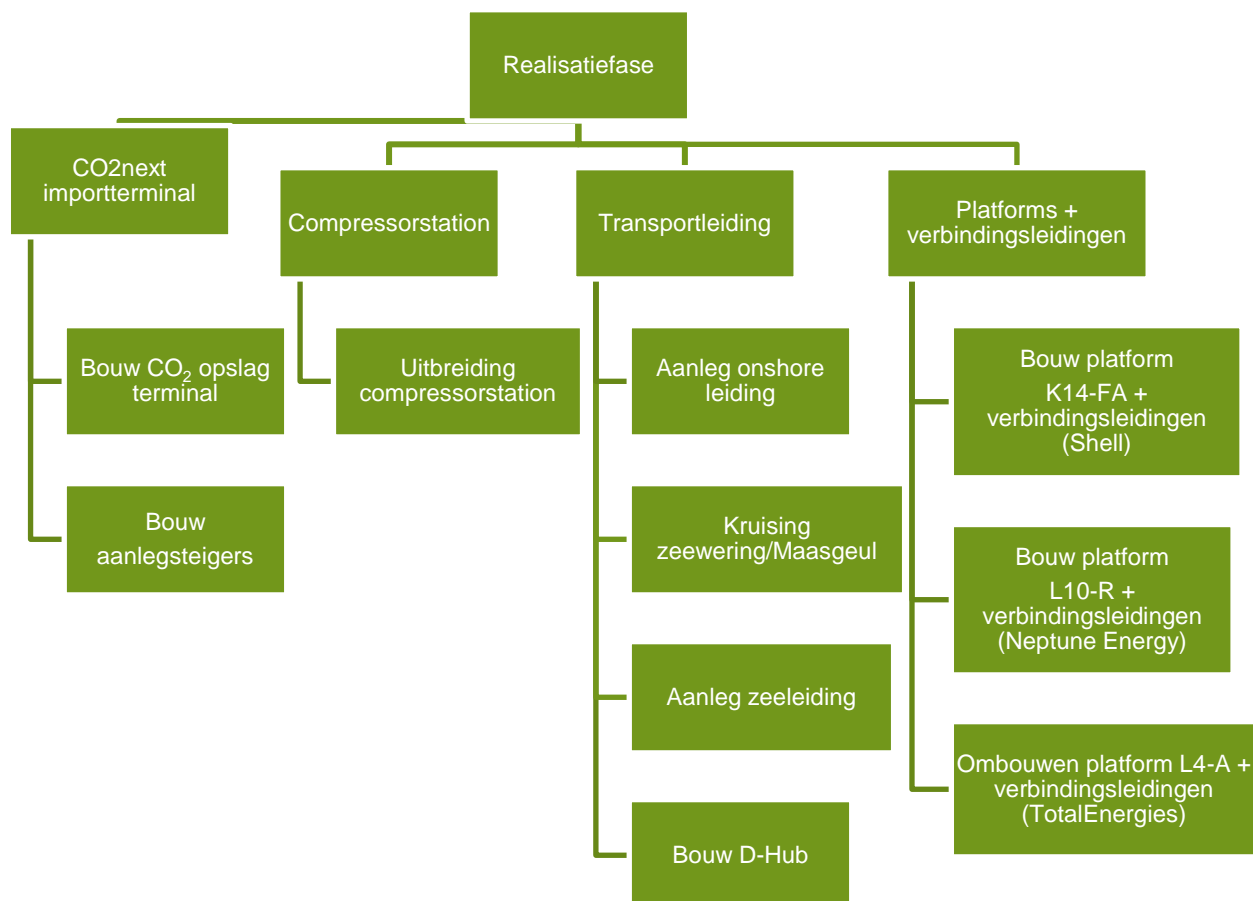
<sup>6</sup> TNO (2023). "Emissiefactoren binnenvaart 2023". Via URL: [Emissiefactoren voor luchtkwaliteit en stikstofdepositie \(tno.nl\)](https://emissiefactoren.tno.nl/)

<sup>7</sup> Dieselnet, IMO Marine Engine Regulations. Via URL: <https://dieselnet.com/standards/inter/imo.php>

<sup>8</sup> TNO (2023). "Emissiefactoren zeevaart 2023". Via URL: [Emissiefactoren voor luchtkwaliteit en stikstofdepositie \(tno.nl\)](https://emissiefactoren.tno.nl/)

## 4 Realisatiefase

Aramis is voornemens een nieuw CO<sub>2</sub>-transportinfrastructuur te realiseren voor het transport van CO<sub>2</sub> vanaf land naar platforms op zee, waar de CO<sub>2</sub> in lege gasvelden diep in de ondergrond kan worden opgeslagen. Een overzicht van de voorgenomen activiteiten van Aramis gedurende de realisatiefase is schematisch weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1: Overzicht van de voorgenomen activiteiten van Aramis gedurende de realisatiefase

Voor het berekenen van de stikstofdepositie geldt een vaste afstandsgrens van 25 kilometer in AERIUS Calculator. Dit betekent dat de stikstofdepositie van een bron tot maximaal 25 kilometer wordt berekend. Voor de realisatie van de transportleiding geldt dat de Natura 2000-gebieden voor een groot deel op meer dan 25 kilometer afstand van de emissiebronnen liggen (de rekengrens van AERIUS Calculator). Voor de realisatie van de platforms en verbindingsleidingen vallen de Natura 2000-gebieden volledig buiten de 25 kilometer.

Voor de realisatiefase zijn twee berekeningen uitgevoerd in AERIUS Calculator: base case berekening en een optimalisatie berekening. In de optimalisatie berekening is gekeken naar mitigerende maatregelen om de stikstofemissies van de base case berekening verder te reduceren. Op basis van de uitgangspunten die door Aramis en CO2next zijn aangeleverd, zijn de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten berekend. De uitgangspunten en resultaten van de base case berekening worden in secties 4.1 t/m 4.5 verder toegelicht. De uitgangspunten en resultaten van de optimalisatie berekening worden in de in sectie 4.6 toegelicht.



## 4.1 CO2next

Het CO2next project wordt uitgevoerd door Gasunie, Vopak en Gate Terminal en voorziet in de ontvangst, overslag en levering van vloeibare CO<sub>2</sub> (hierna: LCO<sub>2</sub>) via specifiek voor het transport van CO<sub>2</sub> toegeruste binnenvaartschepen en zeeschepen. De CO2next opslag terminal bestaat uit installaties om CO<sub>2</sub> uit de schepen te verpompen en tijdelijk op te slaan in opslagtanks. Vanaf de opslagtanks wordt de LCO<sub>2</sub> met behulp van een hoge druk pomp op de geschikte druk en temperatuur gebracht en naar het compressorstation van Aramis geleid. De realisatiefase van CO2next bestaat uit de bouw van de CO<sub>2</sub> opslag terminal en de steigers voor de aan- en afvoer van CO<sub>2</sub>.

### 4.1.1 Bouw CO<sub>2</sub> opslag terminal

De bouw van de CO<sub>2</sub> opslag terminal bestaat uit de realisatie van de CO<sub>2</sub> opslag terminal en de CO<sub>2</sub>-transportleidingen die zijn verbonden aan de opslag terminal. Voor de locatie van de CO<sub>2</sub> opslag terminal zijn door CO2next twee opties verkend, zie hoofdstuk 7. Voor de stikstofdepositieberekening van de base case is gerekend met de voorgenomen activiteit. Dit betreft de locatie van de CO<sub>2</sub> opslag terminal op het MOT-terrein aan de oostzijde van de Maasvlakte en is in Figuur 4.2 gelabeld met T1.



Figuur 4.2: Locatie van de CO<sub>2</sub> opslag terminal

#### Materieel bouw CO<sub>2</sub> opslag terminal

De realisatiefase van de CO<sub>2</sub> opslag terminal bestaat uit het bouwrijp maken van het terrein, het aanleggen van de RoRo steiger (roll-on/roll-off) en het bouwen van de opslagtanks en de benodigde gebouwen. Een overzicht van de jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten gedurende de realisatiefase van de CO<sub>2</sub> opslag terminal is weergegeven in Tabel 4-1.

Tabel 4-1. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de CO<sub>2</sub> opslag terminal

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	200	240	27,7	1,2
	Asfalt freesmachine	276	20	3,9	0,2
	Shovel	210	120	17,6	0,8
	Grader	168	60	7,5	0,3
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	192	40	4,4	0,2
	Shovel	210	40	5,9	0,3
	Grader	168	20	2,4	0,1
	Wals	85	20	1,4	0,1
	Asfaltmachine	129	20	1,9	0,1
	Graafmachine	120	68	5,4	0,2
Aanleg RoRo	Kraan (100 ton)	192	20	2,8	0,1
	Liftbarge (100 ton)	400	8	2,2	0,1
Bouw opslagtanks (spheres)	Kraan (100 ton)	192	120	8,5	0,4
	Beton pomp	132	140	13,9	0,6
	Kraan (1200 ton)	192	960	134,7	5,8
	Verreiker <sup>2)</sup>	55	960	150,1	0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	38	960	108,4	< 0,1
Bouw gebouwen	Graafmachine	192	120	13,4	0,6
	Beton pomp	132	120	11,8	0,5
	Verreiker <sup>2)</sup>	55	960	150,1	0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	38	960	108,4	0,0
	Kraan (100 ton)	192	120	16,8	0,7
Constructie support	Middelzware UTS voertuigen <sup>3)</sup>	67	2.400	288,0	2,1
	Tractoren	96	2.400	144,2	5,9
<b>Emissie per jaar</b>				<b>1.231,4</b>	<b>20,2</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.

3) Middelzware utiliteitsvoertuigen (MUT) vallen onder een andere toepassing van verbrandingsmotoren in mobiele werktuigen. De stikstofemissies van MUT zijn berekend aan de hand van de methode beschreven in het TNO rapport R12305. "AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen." Datum: 10 december 2021.

### Materieel aanleg CO<sub>2</sub>-transportleiding

De LCO<sub>2</sub> die wordt aangevoerd door speciale binnenvaartschepen en zeeschepen wordt vanaf de steigers via een transportleiding vervoerd naar de CO<sub>2</sub> opslag terminal. Vanaf de CO<sub>2</sub> opslag terminal wordt de LCO<sub>2</sub> vervolgens via een andere transportleiding vervoerd naar het compressorstation. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissies gedurende de aanleg van de transportleidingen is weergegeven in Tabel 4-2.

Tabel 4-2. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de transportleidingen

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uren/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aanleg transportleidingen	Kraan (100 ton)	192	960	67,3	2,9
	Verreiker <sup>2)</sup>	55	480	37,5	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	38	480	27,1	< 0,1
	Kraan (100 ton)	192	1.280	89,9	3,9
	Middelzware UTS voertuigen <sup>3)</sup>	67	2.400	288,0	2,1
	Tractoren	96	2.400	144,2	5,9
<b>Emissie per jaar</b>				<b>654,0</b>	<b>14,8</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 3) Middelzware utiliteitsvoertuigen (MUT) vallen onder een andere toepassing van verbrandingsmotoren in mobiele werktuigen. De stikstofemissies van MUT zijn berekend aan de hand van de methode beschreven in het TNO rapport R12305. "AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen." Datum: 10 december 2021.

Met behulp van een schaalfactor dat gebaseerd is op de lengte van de leiding, zijn de totale stikstofemissies per jaar verdeeld over de transportleiding vanaf de steigers naar de CO<sub>2</sub> opslag terminal en de transportleiding vanaf de CO<sub>2</sub> opslag terminal naar het compressorstation". Voor de transportleiding vanaf de steigers naar de CO<sub>2</sub> opslag terminal is een schaalfactor van 0,59 gehanteerd. Voor de transportleiding vanaf de CO<sub>2</sub> opslag terminal naar het compressorstation is een schaalfactor van 0,41 aangehouden.

### Scheepvaart

CO2next heeft aangegeven dat de materialen voor de opslagtanks en de onderdelen voor de transportleidingen worden aangevoerd via water. Dit zal met behulp van schuiten gebeuren die worden getrokken door een sleepboot. De sleepboten met schuiten zullen aan de RoRo steiger, gelabeld met RoRo in Figuur 4.2, aanmeren. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van de sleepboten met schuiten is weergegeven in Tabel 4-3.

Tabel 4-3. Overzicht stikstofemissies van de sleepboten met schuiten gedurende de aan- en afvoer van materialen en onderdelen

Activiteit	Type vessel	AERIUS Categorie	Bewegingen per jaar	Enkele rit afstand [km]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aanvoer materiaal opslagtanks	Sleepboot met schuit	BII-6I (6-baksduwstel lang)	31	0,12	9,5	-
Aanvoer onderdelen transportleiding	Sleepboot met schuit	BII-6I (6-baksduwstel lang)	24	0,12	7,3	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>16,8</b>	<b>-</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

### Wegverkeer

Voor de aan- en afvoer van de overige materialen en personeel gedurende de bouw van de CO<sub>2</sub> opslag terminal en de aanleg van de transportleidingen, wordt gebruik gemaakt van vrachtwagens (zwaar verkeer) en personenauto's (licht verkeer). Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het wegverkeer is weergegeven in Tabel 4-4.

Tabel 4-4. Overzicht stikstofemissies van wegverkeer gedurende de bouw CO<sub>2</sub> opslagterminal en aanleg van transportleidingen

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	1.512	3.024	13,92	181,6	3,2
Personenauto's	Licht verkeer	8.235	16.471	13,92	64,4	2,1
<b>Emissie per jaar</b>					<b>246,0</b>	<b>5,3</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A12.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

### 4.1.2 Bouw steigers

Om de aanvoer van CO<sub>2</sub> door binnenvaartschepen en zeeschepen mogelijk te maken, moet in de realisatiefase steigers worden aangelegd. Deze zullen aan de zuiderzijde van het terrein van Gate terminal liggen, zie label S1 in Figuur 4.3, en zullen worden uitgerust met alle apparatuur en faciliteiten die nodig zijn om de los-en laadwerkzaamheden van de LCO<sub>2</sub> uit te voeren.



Figuur 4.3: Locatie van de steigers die de aan- en afvoer van LCO<sub>2</sub> via schepen mogelijk maken

### Materieel bouw steigers

De werkzaamheden die plaatsvinden gedurende de bouw van de steigers betreffen het bouwrijp maken van het terrein, het aanbrengen van verhardingen en de bouw van een damwand en steigers. Hierbij wordt deels aan land gewerkt en deels op het water. De werkzaamheden aan land zullen worden uitgevoerd met mobiele werktuigen. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten gedurende de voorgenomen werkzaamheden is weergegeven in Tabel 4-5.

Tabel 4-5. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de bouw van de steigers

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding, bouw steigers	Graafmachine	192	250	28,0	1,2
	Wiellader	123	75	7,0	0,3
	Kipper 8x4 met laad arm	353	20	4,9	0,2
	Kipper 8x4	324	220	50,9	2,2
	Zelfrijdende wals	80	30	1,8	0,1
	Tandemwals	65	5	0,3	< 0,1
	Betonpomp	310	200	44,4	1,9
	Betonmixer	310	200	44,4	1,9
	Trekker	390	20	4,3	0,2
	Asfalteermachine	151	15	1,6	0,1
	Veegwagen <sup>2)</sup>	55	5	0,8	< 0,1
	Kleeflaag machine	213	5	0,7	< 0,1
	Graafmachine	192	15	1,8	0,1
	Wegterrein kraan	430	25	7,7	0,3
	Kraan	400	2.160	613,2	26,8
<b>Emissie per jaar</b>				<b>811,8</b>	<b>35,3</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.

Voor het overig materieel worden powerpacks en aggregaten ingezet die het trilblok van het materieel elektrisch aandrijven. De powerpacks en aggregaten zullen op dieselmotoren draaien met stikstofemissies als gevolg. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten afkomstig van powerpacks en aggregaten is weergegeven in Tabel 4-6.

Tabel 4-6. Overzicht stikstofemissies van powerpacks en aggregaten gedurende de bouw van de steigers

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aandrijven heistelling	Powerpacks	565	580	699,4	0,2
Aandrijven boormachine	Powerpacks	565	180	217,1	< 0,1
Aandrijven heistelling	Powerpacks	565	10	12,1	< 0,1
Ten behoeve van lassen	Aggregaten <sup>2)</sup>	8	1.170	48,2	< 0,1
<b>Emissie per jaar</b>				<b>976,8</b>	<b>0,2</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

2) Voor de aggregaten ten behoeve van lassen is een Stage-I emissienorm van toepassing.

## Scheepvaart

Voor de werkzaamheden op het water worden kraanschepen en heischepen ingezet. Deze zullen ondersteunen bij de bouw van de steigers. De emissies van de kraan en heistelling zijn eerder in het materieel van de bouw van de steigers meegenomen. Hierdoor hoeven alleen de stikstofemissies gedurende het aanmeren van de schepen worden berekend. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten is weergegeven in Tabel 4-7.

Tabel 4-7. Overzicht stikstofemissies van schepen gedurende het aanmeren

Activiteit	Type vessel	AERIUS Categorie	Aantal bezoeken/jaar	Verblijftijd [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Bouw steigers	Heischip	M3 – Hagenaar	2	1.305	248,0	-
	Kraanschip	M3 – Hagenaar	2	2.160	410,4	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>658,4</b>	<b>-</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

Naast de stikstofemissies van schepen gedurende het aanmeren, komen ook stikstofemissies vrij gedurende het varen. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten is weergegeven in Tabel 4-8.

Tabel 4-8. Overzicht stikstofemissies van schepen die varen

Activiteit	Type vessel	AERIUS Categorie	Aantal bewegingen per jaar	Enkele afstand [km]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Bouw steigers	Heischip	M3 – Hagenaar	4	1,81	1,2	-
	Kraanschip	M3 – Hagenaar	4	1,81	1,2	-
Aan- en afvoer materialen	Sleepboot met schuit	BII-6I (6-baksduwstel lang)	90	1,34	148,2	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>150,5</b>	<b>-</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

## Wegverkeer

Ook voor de aan- en afvoer van materialen en personeel gedurende de bouw van de steigers wordt gebruik gemaakt van vrachtwagens (zwaar verkeer) en personenauto's (licht verkeer). Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het wegverkeer is weergegeven in Tabel 4-9.

Tabel 4-9. Overzicht stikstofemissies van wegverkeer gedurende de bouw van de steigers

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	172	350	13,14	19,4	0,3
Personenauto's	Licht verkeer	863	1.725	13,14	6,1	0,2
<b>Emissie per jaar</b>					<b>25,5</b>	<b>0,6</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A12.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

## 4.2 Compressorstation

Het Porthos compressorstation wordt uitgebreid met de compressoren voor het Aramis initiatief. Hierbij zal gedurende de bouw van het Porthos compressorstation een breed fundament en gebouw worden aangelegd waar Aramis gebruik van kan maken. Voor Aramis is daardoor alleen het plaatsen van de compressoren en koel- en hulpinstallaties, PIG launcher en pre-commissioning relevant. Vanuit het compressorstation zal de LCO<sub>2</sub> stroom op de juiste druk worden gebracht en via een zeeleiding naar de platforms worden getransporteerd. De locatie van het compressorstation van Porthos en Aramis is aan de westelijke kant van MOT, zie label C1 in Figuur 4.4.



Figuur 4.4: Locatie van het compressorstation van Porthos en Aramis. Een deel van het compressorstation valt onder het Aramis initiatief.

### Materieel uitbreiding compressorstation

De uitbreiding van het compressorstation betreft alleen het plaatsen en installeren van compressoren en pre-commissioning. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten gedurende de uitbreiding van het compressorstation is weergegeven in Tabel 4-10.

Tabel 4-10. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de uitbreiding van het compressorstation

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Installatie compressoren	Kraan	209	24	3,8	0,2
Installatie Koel- en hulpsystemen	Kraan	209	8	1,3	0,1
Installatie PIG launcher	Kraan	209	8	1,3	0,1
Pre-commissioning	Hydraulische power unit (HPU)	160	80	9,3	0,4
<b>Emissie per jaar</b>				<b>15,7</b>	<b>0,8</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

### Wegverkeer

Voor de aan- en afvoer van materialen en personeel gedurende de uitbreiding van het compressorstation wordt gebruik gemaakt van vrachtwagens (zwaar verkeer) en personenauto's (licht verkeer). Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het wegverkeer is weergegeven in Tabel 4-11.

Tabel 4-11. Overzicht stikstofemissies van wegverkeer gedurende de uitbreiding van het compressorstation

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	5	10	12,18	0,5	< 0,1
Personenauto's & bestelbussen	Licht verkeer	400	800	12,18	2,4	< 0,1
<b>Emissie per jaar</b>					<b>2,9</b>	<b>0,1</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A12.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

### 4.3 Transportleiding

De transportleiding maakt het transport van LCO<sub>2</sub> mogelijk vanaf het compressorstation langs het Shell K14-FA platform (via transportleiding ILT2) tot aan de D-Hub op zee. Hierbij gaat de transportleiding voor een klein deel over land, waarna de leiding overgaat in een zeeleiding. De leiding zal een diameter hebben van 32 inch (80 cm) en een druk tussen de 140-180 bar. De druk en temperatuur in de zeeleiding wordt aangestuurd vanaf het compressorstation. Vanaf de D-Hub worden verbindingsleidingen naar de platforms aangelegd door de opslagpartijen Neptune Energy en TotalEnergies.

Voor de realisatie van de transportleiding moet rekening worden gehouden met de aanleg van de transportleiding aan land, kruising van de zeekering/Maasgeul, aanleg van de zeeleiding en de bouw van de D-Hub. Voor het doorkruisen van de zeekering/Maasgeul zijn drie varianten verkend:

#### 1. Microtunnel scenario:

Betreft de microtunnel methode waarbij een tunnel wordt aangelegd die vanaf land onder de zeekering, alsmede onder de Maasgeul door gaat.

#### 2. Segmented tunnel scenario:

Betreft de segmented tunnel methode waarbij, net als in het microtunnel scenario, een tunnel wordt aangelegd die vanaf land onder de zeekering, alsmede onder de Maasgeul door gaat. De werkzaamheden van de bouw van het segmented tunnel scenario lijken erg op de werkzaamheden van het microtunnel scenario. Het belangrijkste verschil is dat de segmented tunnel bestaat uit ringen met vergrendelingssegmenten. Hierdoor zal voor de bouw van de segmented tunnel vergeleken met het microtunnel scenario extra materieel worden ingezet.

#### 3. Direct-pipe scenario:

Betreft de direct-pipe methode waarbij een tunnel wordt aangelegd die vanaf land onder de zeekering door gaat. De direct-pipe methode is wezenlijk een andere boortechniek, waardoor er grote verschillen zijn in werkzaamheden. Doordat de tunnel alleen onder de zeekering doorgaat, wordt er een kortere tunnel aangelegd. Hierdoor duren de werkzaamheden voor de bouw van de tunnel korter, maar moet er aanzienlijk meer gebaggerd worden in de Maasgeul vergeleken met het microtunnel scenario en het segmented tunnel scenario. Daarnaast vinden de werkzaamheden van de direct-pipe op een andere locatie plaats, waardoor een langere onshore leiding moet worden aangelegd.

AERIUS berekeningen van de drie varianten zijn uitgevoerd om de effecten in kaart te brengen. In hoofdstuk 8 wordt dit verder toegelicht. Aramis heeft aangegeven dat momenteel een hybride methode van de microtunnel en de segmented tunnel methode wordt verkend.



Voor het stikstofdepositieonderzoek is worst-case daarom uitgegaan van het segmented tunnel scenario. In de onderstaande secties zijn de uitgangspunten en resultaten van het segmented tunnel scenario beschreven. De uitgangspunten van het microtunnel scenario en direct-pipe scenario zijn weergegeven in bijlagen A1 en A2.

### 4.3.1 Segmented tunnel scenario

Het segmented tunnel scenario (hierna: ST scenario) betreft de segmented tunnel methode waarbij een tunnel wordt aangelegd die vanaf het land onder de zeevering, alsmede onder de Maasgeul door gaat. De locatie van de transportleiding aan land (rode lijn) en de segmented tunnel (ST) werkzaamheden is weergegeven in Figuur 4.5. Op basis van uitgangspunten, die door Aramis zijn aangeleverd, zijn de relevante stikstofbronnen en emissievrachten van de voorgenomen activiteiten bepaald.



Figuur 4.5: Locatie van de transportleiding aan land (rode lijn) en de segmented tunnel werkzaamheden (gelabeld met ST)

#### 4.3.1.1 Aanleg transportleiding (landdeel)

##### Materieel aanleg transportleiding aan land

De werkzaamheden die plaatsvinden gedurende de aanleg van de transportleiding aan land betreffen het bouwrijp maken van het terrein, het installeren van de pijpleiding en de terrein herstel. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten gedurende de voorgenomen werkzaamheden is weergegeven in Tabel 4-12.

Tabel 4-12. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de transportleiding aan land

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	361	573	116,2	5,0
	Bulldozer	461	146	47,3	2,1
Installatie pijpleiding	Pijplader 1	461	20	6,7	0,3
	Pijplader 2	461	20	6,7	0,3
	Welding/NDT/FJC voertuig	184	82	10,8	0,5
	Mobiele kraan	209	699	106,3	4,6
Terrein herstel	Graafmachine	361	573	116,2	5,0
	Bulldozer	461	146	47,3	2,1
<b>Emissie per jaar</b>				<b>457,5</b>	<b>19,8</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

### Wegverkeer

Voor de aan- en afvoer van de overige materialen en personeel gedurende de aanleg van de transportleiding aan land, wordt gebruik gemaakt van vrachtwagens (zwaar verkeer) en personenauto's (licht verkeer). Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het wegverkeer is weergegeven in Tabel 4-13.

Tabel 4-13. Overzicht stikstofemissies van het wegverkeer gedurende de aanleg van de transportleiding aan land

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	1.796	3.591	12,17	185,6	3,3
Personenauto's	Licht verkeer	2.600	5.200	12,17	17,2	0,6
<b>Emissie per jaar</b>					<b>202,8</b>	<b>3,9</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A12.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

### 4.3.1.2 Aanleg segmented tunnel

#### Materieel aanleg segmented tunnel

De aanleg van de segmented tunnel bestaat uit de het bouwrijp maken van het terrein, het aanleggen van een verticale schacht en segmented tunnel, het intrekken van de leiding, pre-commissioning, installatie gooseneck en terrein herstel. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten gedurende de voorgenomen werkzaamheden is weergegeven in Tabel 4-14.

Tabel 4-14. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de segmented tunnel

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	361	131,0	26,4	1,2

## Projectgerelateerd

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
	Bulldozer	449	64,9	20,4	0,9
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	361	355,4	72,1	3,1
	Bulldozer	449	176,2	55,9	2,4
	Mobiele kraan	400	27,0	7,5	0,3
	Kraan	400	5,5	1,6	0,1
Constructie verticale schacht	Graafmachine	361	1.071,9	216,9	9,4
	Kraan	400	150,5	42,8	1,9
	Betonmixer	268	284,0	54,5	2,4
	Betonpomp	183	27,8	3,7	0,2
	Mobiele kraan	400	8,5	2,6	0,1
	Pomp (dewatering)	110	23,4	0,9	0,0
	Bulldozer	449	64,9	20,4	0,9
ST constructie	Kraan	400	212,5	60,5	2,6
	Pomp (bentonite) <sup>1)</sup>	55	3.038,5	478,1	0,2
	Mobiele kraan	400	1,0	0,3	0,0
	Pomp (dewatering)	110	91,5	7,7	0,3
	TBM <sup>2)</sup>	2.100	1.012,8	8.082,4	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	8.750	6,0	323,4	0,0
Intrekken leiding	Kraan	400	11,5	3,1	0,1
	Crawling tool <sup>4)</sup>	3	8,4	0,3	0,0
	Winch	500	11,3	3,7	0,2
	Mobiele kraan	400	6,0	1,5	0,1
Pre-commissioning	Kraan	400	3,5	0,9	0,0
	Mobiele kraan	400	2,0	0,2	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	8.750	2,0	107,8	0,0
	CPS <sup>2)</sup>	7.500	16,5	470,3	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	18.000	6,0	410,4	0,0
Installatie gooseneck	Mobiele kraan	400	1,5	0,2	0,0
	Kraan	400	4,0	1,3	0,0
	Welding spread <sup>4)</sup>	12	2,0	0,1	0,0
	Betonmixer	268	2.090,6	403,1	17,4
	Betonpomp	183	119,5	16,2	0,7
	CPS/CDS <sup>2)</sup>	25.500	13,7	1.323,7	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	18.000	1,0	68,4	0,0

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein herstel	Graafmachine	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	449	64,9	20,4	0,9
	Mobiele kraan	400	1,0	0,3	0,0
<b>Emissie per jaar</b>				<b>12.336,9</b>	<b>46,7</b>

- 1) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 2) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van "nonroad" dieselmotoren met een vermogen van > 560 kW is uitgegaan van de EPA voluntary emissie standaard van 0,038 g/kWh. Bron: <https://dieselnet.com/standards/us/nonroad.php#tier3>
- 3) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van de support vessel is uitgegaan van een IMO TIER II emissienorm (maximum operating speed > 2000) en een deellast van 80%.
- 4) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-I emissienorm van toepassing.
- 5) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

### Wegverkeer

Voor de aan- en afvoer van de overige materialen en personeel gedurende de aanleg van de segmented tunnel, wordt gebruik gemaakt van vrachtwagens (zwaar verkeer) en personenauto's (licht verkeer). Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het wegverkeer is weergegeven in Tabel 4-15.

Tabel 4-15. Overzicht stikstofemissies van wegverkeer gedurende de aanleg van de segmented tunnel

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	4.045	8.090	10,5	256,0	8,2
Personenauto's	Licht verkeer	10.400	20.800	10,5	35,1	3,7
<b>Emissie per jaar</b>					<b>291,0</b>	<b>11,9</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A12.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

### 4.3.1.3 Aanleg zeeleiding

#### Scheepvaart

Voor de aanleg van de zeeleiding worden verschillende type schepen ingezet voor het uitvoeren van onderzoeken, baggerwerkzaamheden, spanrectificatie, het leggen van de zeeleiding, trenchen en het ondersteunen van overige activiteiten. Aan de hand van de aangeleverde uitgangspunten door Aramis en de algemene uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3, tenzij anders aangegeven, zijn de verwachte stikstofemissies van de schepen berekend. Voor een groot deel van de emissiebronnen genoemd in Tabel 4-16 geldt dat de Natura 2000-gebieden op meer dan 25 kilometer van de emissiebron liggen (de rekengrens van AERIUS Calculator).

Tabel 4-16. Overzicht stikstofemissies van de schepen gedurende de aanleg van de zeeleiding

Activiteit	Type vessel	AERIUS Categorie	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Pre-lay survey	Onderzoeksschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1599	1.488	40,9	375	-
Baggeren	Baggerschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	27.470	71,9	12.164	-

Activiteit	Type vessel	AERIUS Categorie	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Kruisingen	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	143,6	7.740	-
Preplay spanrectificatie	Baggerschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	8.750	173,8	9.370	-
Intrekken pijp	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	13,8	3.392	-
Pre-commissioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	82,1	4.424	-
Pijpleggen	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	608,2	149.122	-
Pijptransport	Pipe carrier	Sleepboten, werkschepen en overige GT 1.600-2.999	9.500	608,2	35.594	-
ILT transport	Transport barge	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	3.744	36,0	830	-
Above water tie-in (AWTI)	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	84,0	20.594	-
Survey	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	602,0	32.450	-
Pre-commissioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	387,6	20.894	-
Postlay spanrectificatie	Rockdump vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	9.950	159,2	9.757	-
Trenchen	Trencher op support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	7.720	788,9	37.518	-
Post-lay survey	Onderzoeksschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1599	1.488	40,9	375	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>344.598</b>	<b>-</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

#### 4.3.1.4 Bouw D-Hub

Vanaf de D-Hub in het noorden van de zeeleiding kunnen opslagpartijen een verbindingsleiding naar een platform aansluiten op de zeeleiding. Ook voor de aanleg van de D-Hub worden verschillende type schepen ingezet, zie Tabel 4-17. Voor deze emissiebronnen geldt dat de Natura 2000-gebieden op meer dan 25 kilometer liggen (de rekgrens van AERIUS Calculator).

Tabel 4-17. Overzicht stikstofemissies van de schepen en helikopters gedurende de aanleg van de D-Hub

Activiteit	Type	AERIUS Categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Jacket + Topside transport	Transport barge + sleepboot	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	6	n.v.t.	79	-
Piles transport	Transport barge + sleepboot	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	6	n.v.t.	79	-

Activiteit	Type	AERIUS Categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Jacket installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	192	25.951	-
Pile installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	96	13.015	-
Topside installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	48	6.547	-
Topside Commissioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	360	6.085	-
Bevoorrading werkschepen	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	25	n.v.t.	260	-
Crewchange activiteiten	Crew vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	17	n.v.t.	173	-
Crewchange activiteiten	Helikopter (AS 365N3)	n.v.t.	41	n.v.t.	79	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>52.204</b>	<b>-</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

#### 4.4 Platforms en verbindingleidingen

Een aantal platforms moeten worden (om)gebouwd om het opslaan van CO<sub>2</sub> in lege gasvelden diep in de ondergrond mogelijk te maken. Dit betreft het bouwen van platforms K14-FA (Shell) en L10-R (Neptune Energy) en het ombouwen van platform L4-A (TotalEnergies). Daarnaast moeten ook verbindingleidingen en putten worden aangelegd. Ook hier geldt dat de Natura 2000-gebieden op meer dan 25 kilometer van de emissiebronnen liggen (de rekengrens van AERIUS Calculator). Een overzicht van de stikstofemissies ten gevolge van de (om)bouw van de platforms en het aanleggen van de verbindingleidingen en putten is weergegeven in Tabel 4-18. Gedetailleerde overzichten van de emissiebronnen per onderdeel zijn weergegeven in bijlagen A6-A8.

Tabel 4-18. Overzicht van de stikstofemissies ten gevolge van de het aansluiten van de verbindingleidingen, (om)bouw van de platforms en constructie van putten

Platform	Activiteit	NO <sub>x</sub> emissie [ton/jaar]	NH <sub>3</sub> emissie [kg/jaar]
Shell – K14-FA	Platform installatie, aanleg verbindingleidingen en constructie putten	205,4	-
Neptune Energy – L10-R	Platform installatie, aanleg verbindingleidingen en constructie putten	184,9	-
TotalEnergies – L4-A	Platform installatie, aanleg verbindingleidingen en constructie putten	251,1	-
<b>Emissie per jaar</b>		<b>641,3</b>	<b>-</b>

#### 4.5 Base case resultaten realisatiefase

De realisatie van de voorgenomen activiteiten van Aramis, genoemd in secties 4.1 t/m 4.4 (base case segmented tunnel scenario), leidt tot een eenmalige emissie gedurende twee jaar van 1.056 ton NO<sub>x</sub> per jaar en 160 kg NH<sub>3</sub> per jaar. Hiervan vindt een groot deel van de totale NO<sub>x</sub> emissie buiten de 25 km

afkapprens plaats. De stikstofdepositiebijdrage van de realisatiefase is berekend in AERIUS Calculator. Uit de resultaten volgt een toename van de depositiebijdrage op verscheidene Natura 2000-gebieden ten gevolge van de voorgenomen activiteiten van Aramis. De hoogste berekende depositiebijdrage is 0,70 mol/ha/jaar en vindt plaats in het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen. Een overzicht van de depositiebijdrage per Natura 2000-gebied is weergegeven in Tabel 4-19.

Tabel 4-19. Overzicht hoogste depositiebijdrage per Natura 2000-gebied (base case – segmented tunnel scenario)

Natura 2000-gebieden	Hoogste depositiebijdrage [mol/ha/jaar]
Solleveld & Kapittelduinen	0,70
Westduinpark & Wapendal	0,34
Voornes Duin	0,33
Meijendel & Berkheide	0,25
Voordelta	0,16
Duinen Goeree & Kwade Hoek	0,09
Grevelingen	0,06

Optimalisatie realisatiefase

#### 4.5.1 Optimalisatie voorkeursalternatief

In samenspraak met Aramis en CO2next is onderzocht welke optimalisaties kunnen worden toegepast om de stikstofemissies van de base case te reduceren. Hierbij is per onderdeel onderzocht welke reductiemogelijkheden technisch en economisch haalbaar zijn. Voor de voorgenomen activiteiten gedurende de realisatiefase is besloten dat een deel van het materieel geëlektrificeerd<sup>9</sup> wordt. Voor het optimalisatie scenario is uitgegaan van 50% elektrificatie van het materieel dat anno Q3 2023 in technische zin elektrisch uitvoerbaar is. Een overzicht van dit materieel is in bijlage A3 weergegeven. Daarnaast wordt voor de Tunnel Boormachine (TBM), genoemd in Tabel 4-14, uitgegaan van 100% elektrificatie. Tabel 4-20 geeft een vergelijking van de totale stikstofemissies per onderdeel van het optimalisatie ST scenario met het base case ST scenario.

<sup>9</sup> Elektrificatie kan op verschillende manieren worden ingevuld: werktuigen met een stekker, accupakket of waterstof brandstofcel.

Tabel 4-20. Vergelijking van de stikstofemissies per onderdeel (base case versus optimalisatie)

Onderdeel	Base case ST Emissie [kg/jaar]		Optimalisatie ST Emissie [kg/jaar]		
	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	Toelichting
Bouw CO <sub>2</sub> opslag terminal (materieel)	1.231,4	20,2	706,9	14,0	Deel materieel 50% elektrisch, zie bijlage A3 voor meer informatie
Bouw CO <sub>2</sub> -transportleiding (materieel)	654,0	14,8	405,6	10,7	Deel materieel 50% elektrisch, zie bijlage A3 voor meer informatie
Bouw steigers (materieel)	1.788,6	35,6	1.261,5	32,7	Deel materieel 50% elektrisch, zie bijlage A3 voor meer informatie
Uitbreiding compressorstation (materieel)	15,7	0,8	11,1	0,6	Deel materieel 50% elektrisch, zie bijlage A3 voor meer informatie
Aanleg segmented tunnel (materieel + overige bronnen)	12.336,9	46,7	3.772,4	36,1	Deel materieel 50% elektrisch, zie bijlage A3 voor meer informatie + TBM 100% elektrisch

#### 4.5.2 Optimalisatie resultaten realisatiefase

Het optimalisatie ST scenario leidt tot een emissie gedurende twee jaar van 1.046 ton NO<sub>x</sub> per jaar en 136 kg NH<sub>3</sub> per jaar. De hoogste berekende depositiebijdrage verandert daardoor naar 0,50 mol/ha/jaar (Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen). Een overzicht van de depositiebijdrage per Natura 2000-gebied is weergegeven in Tabel 4-21.

Tabel 4-21. Overzicht hoogste depositiebijdrage per Natura 2000-gebied (optimalisatie – segmented tunnel scenario).

Natura 2000-gebieden	Hoogste depositiebijdrage [mol/ha/jaar]
Solleveld & Kapittelduinen	0,50
Westduinpark & Wapendal	0,29
Voornes Duin	0,24
Meijendel & Berkheide	0,21
Voordelta	0,11
Duinen Goeree & Kwade Hoek	0,06
Grevelingen	0,04

#### 25 kilometer afkapgrens

Voor het berekenen van de stikstofdepositie geldt sinds de AERIUS update van januari 2022 een vaste afstandsgrens van 25 kilometer. In de huidige versie van AERIUS Calculator (V2023.0.1) is het dus niet mogelijk om de depositie te berekenen verder dan 25 kilometer van een bron.

Om toch een beeld te schetsen van de effecten van de voorgenomen activiteiten van Aramis buiten de 25 kilometer afkapgrens, is een vergelijking gemaakt met een oude AERIUS-berekening<sup>10</sup> die in het kader van Porthos is uitgevoerd. Deze berekening is in november 2020 gemaakt en laat dus ook de depositiebijdrages van het project buiten de 25 kilometer zien. Op basis van een totale emissievracht van 76,9 ton NO<sub>x</sub>/jaar is toen een maximale depositiebijdrage van 0,40 mol/ha/jaar berekend op het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen.

<sup>10</sup> Oude AERIUS-berekening van Porthos te vinden via URL: <https://www.commissiener.nl/adviezen/3338> (milieu bijlage 8.A1)



In de AERIUS-uitdraai is te zien dat naarmate de afstand van de bron groter wordt, de depositiebijdrage afneemt, tot 0,01-0,02 mol/ha/jaar in relatief verafgelegen Natura 2000-gebieden in Friesland, Groningen en Limburg. Voor het gebied Noordbeemden & Hoogbos, gelegen op circa 195 kilometer afstand ten opzichte van het zwaartepunt van Porthos bedroeg de depositiebijdrage net geen 0,02 mol/ha/jaar, dus ongeveer 0,015 mol/ha/jaar.

De totale NO<sub>x</sub> emissie van Aramis betreft 1.046 ton/jaar (optimalisatie ST scenario). Dit is een factor 13,6 hoger dan de totale NO<sub>x</sub>-emissie van Porthos. Wanneer worst-case wordt uitgegaan van een evenredig verband, dan is de depositiebijdrage van Aramis op 195 kilometer afstand van het zwaartepunt van Aramis (gelegen ongeveer 50-60 kilometer westelijk van Texel) circa 0,20 mol/ha/jaar. Deze depositiebijdrage wordt gezien al onderdeel van de totale depositiebijdrage van Nederland<sup>11</sup> omdat het buiten de 25 kilometer afstand van de bron(nen) optreedt.

---

<sup>11</sup> Uitspraak Raad van State (2023). <https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/@136592/201702813-17-r3/>

## 5 Testfase

Na de realisatiefase volgt een testfase waarbij de gerealiseerde pijpleidingen door middel van pre-commissioning voorbereid worden op het gebruiken van de leidingen. De testfase zal naar verwachting begin 2028 plaatsvinden en duurt circa 6 maanden. Gedurende de pre-commissioning worden de leidingen getest op hydraulische integriteit. Deze test toont aan of de leidingen daadwerkelijk goed zijn aangesloten en spoort eventuele lekkages op die moeten worden verholpen. De hydrotest wordt gedaan met behulp van een Compressor Pumping Spread (hierna: CPS). Vervolgens moeten de leidingen worden ontwaterd en gedroogd. Hierbij is een Compressor Dewatering Spread (hierna: CDS) benodigd.

De pre-commissioning werkzaamheden bestaan uit verschillende onderdelen. Het testen en drogen van de pijpleiding op het landdeel zal naar verwachting 2 weken duren. Hierbij staan de CDS en CPS beide op het landdeel opgesteld. Voor het testen en drogen van de tunnel en de gooseneck is een tijdsduur van 3 weken aangenomen. Hierbij staat de CDS op het landdeel en de CPS op een support vessel nabij het einde van de tunnel. Tot slot wordt de gehele leiding getest en gedroogd. Dit proces bestaat uit het uitiem drogen van de leiding ter voorkoming dat CO<sub>2</sub> tijdens de gebruiksfase reageert met achtergebleven water. Het drogen en testen zal circa 5 maanden duren waarbij de CDS op het landdeel staat en de CPS op een support vessel nabij de D-Hub. Een overzicht van de pre-commissioning activiteiten gedurende de testfase van het segmented tunnel scenario is weergegeven in Tabel 5-1.

Tabel 5-1. Overzicht van de pre-commissioning werkzaamheden gedurende de testfase van het segmented tunnel scenario

Onderdeel	Activiteit	Duratie	Installatie
Pijpleiding (landdeel)	Testen en drogen	2 weken	CDS (onshore), CPS (offshore)
Segmented tunnel + gooseneck	Testen en drogen	3 weken	CDS (onshore), CPS (offshore)
Gehele leiding	Testen en drogen	5 maanden	CDS (onshore), CPS (onshore)

De werkzaamheden gedurende de testfase van het microtunnel scenario en direct-pipe scenario zijn vergelijkbaar met de werkzaamheden van de testfase gedurende het segmented tunnel scenario. De emissies die vrijkomen zullen daardoor naar verwachting gelijk zijn aan de vrijgekomen emissies gedurende de testfase van het segmented tunnel scenario.

De uitgangspunten en resultaten van de testfase van het segmented tunnel scenario worden in de onderstaande alinea's verder toegelicht.

### 5.1 Materieel

Gedurende de pre-commissioning van de leidingen is zowel een CDS als een CPS benodigd voor het testen en drogen. Deze installaties zullen gemiddeld op 60% belasting worden ingezet en worden voor 75% geëlektrificeerd. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten gedurende testfase is weergegeven in Tabel 5-2.

Tabel 5-2. Overzicht stikstofemissies van de CPS en CDS gedurende de testfase van het segmented tunnel scenario

Onderdeel	Type	Totaal vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Aannames	Emissie [kg/jaar]	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Pijpleiding (landdeel)	CPS	10.000	336	60% belasting, 75% elektrificatie	1.915	-
Pijpleiding (landdeel)	CDS	10.000	336	60% belasting, 75% elektrificatie	1.915	-
Segmented tunnel + gooseneck	CPS	8.750	207	60% belasting, 75% elektrificatie	11.157	-

Onderdeel	Type	Totaal vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Aannames	Emissie [kg/jaar]	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Segmented tunnel + gooseneck	CDS	10.000	207	60% belasting, 75% elektrificatie	1.057	-
Gehele leiding	CPS	8.750	3.602	60% belasting, 75% elektrificatie	194.148	-
Gehele leiding	CDS	10.000	3.602	60% belasting, 75% elektrificatie	20.531	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>230.724</b>	<b>-</b>

Naast de CPS en CDS zijn ook mobiele werktuigen benodigd om de pre-commissioning werkzaamheden mogelijk te maken. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het materieel gedurende de testfase van het segmented tunnel scenario is weergegeven in Tabel 5-3.

Tabel 5-3. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de testfase van het segmented tunnel scenario

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar]	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Pijpleiding (landdeel)	Kraan	400	64	18,3	0,8
Pijpleiding (landdeel)	Mobiele kraan	400	68	19,1	0,8
Segmented tunnel + gooseneck	Kraan	400	64	18,3	0,8
Segmented tunnel + gooseneck	Mobiele kraan	400	68	19,1	0,8
Segmented tunnel + gooseneck	Mobiele kraan	400	3	1,0	0,0
Segmented tunnel + gooseneck	Kraan	400	8	2,2	0,1
Segmented tunnel + gooseneck	Welding spread	12	4	0,3	0,0
Segmented tunnel + gooseneck	Betonmixer	268	4.181	806,2	34,9
Segmented tunnel + gooseneck	Betonpomp	183	239	32,0	1,4
<b>Emissie per jaar</b>				<b>916,6</b>	<b>39,7</b>

## 5.2 Wegverkeer

Voor de aan- en afvoer van materialen en personeel gedurende testfase, wordt gebruik gemaakt van vrachtwagens (zwaar verkeer) en personenauto's (licht verkeer). Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het wegverkeer is weergegeven in Tabel 5-4.

Tabel 5-4. Overzicht stikstofemissies van wegverkeer gedurende de testfase van het segmented tunnel scenario

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	165	330	10,5	10,1	0,3
Personenauto's en bestelbussen	Licht verkeer	4.500	9.000	10,5	14,0	1,5
<b>Emissie per jaar</b>					<b>24,1</b>	<b>1,8</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A18
- 2) Automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator

### 5.3 Resultaten testfase

Naar verwachting leidt de testfase tot een eenmalige emissie van 232 ton NO<sub>x</sub> en 42 kg NH<sub>3</sub>. Hiervan vindt een groot deel van de totale NO<sub>x</sub> emissie buiten de 25 km afkapgrens plaats. De stikstofdepositiebijdrage van de testfase is berekend in AERIUS Calculator. Uit de resultaten van AERIUS Calculator volgt een toename van de depositiebijdrage op verscheidene Natura 2000-gebieden ten gevolge van de testfase. De hoogste berekende depositiebijdrage is 0,43 mol/ha/jaar en vindt plaats in het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen. Een overzicht van de depositiebijdrage per Natura 2000-gebied ten gevolge van de testfase is weergegeven in Tabel 5-5.

Tabel 5-5. Overzicht hoogste depositiebijdrage per Natura 2000-gebied ten gevolge van de testfase

Natura 2000-gebieden	Hoogste depositiebijdrage [mol/ha/jaar]
Solleveld & Kapittelduinen	0,43
Voornes Duin	0,21
Westduinpark & Wapendal	0,17
Meijendel & Berkheide	0,12
Voordelta	0,09
Duinen Goeree & Kwade Hoek	0,07
Grevelingen	0,06

## 6 Operationele fase

Gedurende de operationele fase van Aramis wordt CO<sub>2</sub> getransporteerd en onder de Noordzee opgeslagen. De jaarlijkse stikstofemissies die vrijkomen gedurende de operationele fase zijn vergeleken met de realisatiefase fors minder. De operationele fase betreft namelijk alleen onderhouds- en reparatiewerkzaamheden van de CO<sub>2</sub>-transport en opslaginfrastructuur. Aan de hand van de aangeleverde uitgangspunten door Aramis en CO<sub>2</sub>next en de algemene uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3, tenzij anders aangegeven, zijn de verwachte stikstofemissies van de operationele fase berekend. Deze zijn in een aparte berekening ingevoerd in AERIUS Calculator. In de onderstaande secties worden de relevante emissiebronnen verder toegelicht.

### 6.1 CO<sub>2</sub>next

#### Wegverkeer

Gedurende de operationele fase van CO<sub>2</sub>next, zullen vrachtwagens (zwaar verkeer) voor de aan- en afvoer van goederen en personenauto's (licht verkeer) worden ingezet. Daarnaast worden bestelbussen ingezet voor onderhoud en reparatie. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het wegverkeer is weergegeven in Tabel 6-1.

Tabel 6-1. Overzicht stikstofemissies van wegverkeer gedurende de operationele fase van CO<sub>2</sub>next

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	260	520	13,92	24,3	0,7
Personenauto's en bestelbussen	Licht verkeer	7.820	15.640	13,92	45,7	3,4
<b>Emissie per jaar</b>					<b>70,0</b>	<b>4,1</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A19.
- 2) Automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

#### Back-up dieselgenerator

In geval van nood is een back-up dieselgenerator aanwezig in de CO<sub>2</sub> storage terminal. Deze zal maandelijks getest worden om het risico op langdurige stroomuitval te voorkomen. Voor de berekening is uitgegaan van een outputvermogen van 400 kW, een totale inzet van 15 uur/jaar en een rendement van 40%. Dit resulteert in een NO<sub>x</sub> emissie van 6,9 kg/jaar.

#### Scheepvaart

De aan- en afvoer van vloeibare CO<sub>2</sub> wordt mogelijk gemaakt door speciale binnenvaartschepen en zeeschepen. In het geval van de zeeschepen (16k-coasters) zal bij een klein deel van de schepen SCR worden toegepast en het overige deel zal op LNG varen. Bij het toepassen van deze reductietechnieken voldoen de schepen aan de IMO TIER III emissiestandaard. Een overzicht van de totale NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten is weergegeven in Tabel 6-2.

Tabel 6-2. Overzicht stikstofemissies van de zeeschepen gedurende de aan- en afvoer van LCO<sub>2</sub>

Activiteit	Type vessel	AERIUS Categorie	Vermogen [kW]	Bewegingen per jaar	Emissie [kg/jaar]	
					NO <sub>x</sub> <sup>1)</sup>	NH <sub>3</sub>
Aan-en afvoer LCO <sub>2</sub>	16k-coasters (LNG)	Olietankers, overige tankers (GT 10.000-29.999)	1.774	132	66,4	-
Aan-en afvoer LCO <sub>2</sub>	16k-coasters (SCR)	Olietankers, overige tankers (GT 10.000-29.999)	1.774	20	10,1	0,4 <sup>2)</sup>

1) Voor zeeschepen is uitgegaan van een IMO TIER III emissiestandaard, waarbij is uitgegaan van een emissiefactor van 2,1 g NO<sub>x</sub>/kWh (waarde aangeleverd door CO2next).

2) De NH<sub>3</sub>-emissie is berekend aan de hand van een NH<sub>3</sub>-slip van 10 mg/Nm<sup>3</sup> en een dieselmotor rendement van 40%.

## 6.2 Compressorstation

### Wegverkeer

Gedurende de operationele fase van het compressorstation worden vrachtwagens (zwaar verkeer) en personenauto's (licht verkeer) ingezet. Ook worden bestelbussen ingezet voor onderhoud en reparatie. Een overzicht van de NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten van het wegverkeer is weergegeven in Tabel 6-3.

Tabel 6-3. Overzicht stikstofemissies van het wegverkeer gedurende de operationele fase van het compressorstation

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	104	208	12,2	7,6	0,2
Personenauto's	Licht verkeer	3.550	7.100	12,2	13,9	1,4
<b>Emissie per jaar</b>					<b>21,5</b>	<b>1,6</b>

1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A19.

2) Automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

## 6.3 Platforms

In de operationele fase zullen nog beperkt vervoersbewegingen van schepen van- en naar het platform benodigd zijn. Daarnaast worden kranen en voor de voorziening van energie enkele generatoren ingezet op het platform. Een overzicht van de genoemde emissiebronnen per platform is weergegeven in Tabel 6-4. Een gedetailleerd overzicht van de emissiebronnen per onderdeel is weergegeven in bijlage A9-A11.

Tabel 6-4. Overzicht van de stikstofemissies gedurende de operationele fase van de platforms

Platform	Activiteit	NO <sub>x</sub> emissie [kg/jaar]	NH <sub>3</sub> emissie [kg/jaar]
Shell – K14-FA	Onderhoud en reparatie, workover campaigns	3.172	2,4
Neptune Energy – L10-R	Onderhoud en reparatie, workover campaigns	3.868	-
TotalEnergies – L4-A	Onderhoud en reparatie, workover, pig en paint campaigns	9.705	-
<b>Emissie per jaar</b>		<b>16.745</b>	<b>2,4</b>

#### 6.4 Resultaten operationele fase

De geïdentificeerde stikstofemissiebronnen, genoemd in secties 6.1 t/m 6.3, zijn in een apart rekenmodel berekend in AERIUS Calculator. Uit het model volgt dat de operationele fase van de voorgenomen activiteit leidt tot een jaarlijkse emissie van NO<sub>x</sub> van 17 ton/jaar en 8 kg/jaar aan NH<sub>3</sub>. De berekende stikstofemissie leidt niet tot stikstofdepositieresultaten van boven 0,00 mol/ha/jaar.

De voorgenomen activiteit van Aramis leidt dus enkel in de realisatiefase en testfase tot een eenmalige stikstofdepositie. In de operationele fase vindt geen stikstofdepositie meer plaats.

## 7 Ontmanteling

Aramis wordt gerealiseerd met als doel om te voldoen aan de klimaatdoelen voor 2050. Verwacht wordt dat een toekomstige ontmanteling pas na dat jaar aan de orde komt. Tegen die tijd mag verwacht worden dat een zeer groot deel van het materieel dat voor ontmanteling ingezet wordt voldoet aan diezelfde klimaatdoelen. Dit houdt in dat diesel aangedreven werktuigen (nagenoeg) volledig plaatsgemaakt zullen hebben voor schone(re) vormen van aandrijving zoals elektrisch, waterstof of andere schone(re) (bio)brandstoffen. Elektrificatie zal vrijwel zeker het geval zijn voor onshore materieel. Voor zwaar offshore materieel is elektrificatie op termijn mogelijk een grote technische uitdaging. In geval van reguliere verbranding van waterstof of (bio)brandstoffen valt de NO<sub>x</sub> emissie niet weg. Wel is de verwachting dat door striktere regulering de emissies ten opzichte van huidige niveaus lager worden.

Daarnaast is de scope van werkzaamheden bij ontmanteling nog onbekend. Verwacht mag worden dat ontmanteling van de CO<sub>2</sub> infrastructuur qua in te zetten materieel minder stikstofemissies veroorzaakt dan de realisatie.



## 8 Alternatieven en varianten

In de besluitvorming over en de uitwerking van het Aramis initiatief dienen nog definitieve keuzes gemaakt te worden ten aanzien van de locatie van de CO<sub>2</sub>next terminal, de wijze waarop de zeeleiding en de Maasgeul worden gekruist, het tracé van de zeeleiding en het type knooppunt op zee. In dit hoofdstuk zijn deze alternatieven en varianten beschreven.

### 8.1 Overzicht alternatieven en varianten

Voor de operationele fase zijn geen varianten en alternatieven verkend omdat de stikstofemissies beperkt zijn en er geen depositiebijdrage wordt berekend.

Een overzicht van de verschillende alternatieven en varianten voor de realisatiefase is weergegeven in Tabel 8-1. In het kader van de milieueffectrapportage (MER) moeten de effecten van de alternatieven en varianten ook in beeld worden gebracht. Voor elk onderdeel, genoemd in Tabel 8-1, is onderzocht of de alternatieven/varianten leiden tot een negatiever effect ten aanzien van de voorgenomen activiteit.

Tabel 8-1. Overzicht van alternatieven en varianten

Onderdeel	Voorgenomen activiteit	Alternatief/variant
Locatie van de CO <sub>2</sub> terminal	Op het MOT-terrein, ten zuidoosten van de meest oostelijke opslagtanks voor aardolie	Op het GATE Tank 5-terminalterrein ten noordwesten van de Yukonhaven
Opslagtanks terminal	Spheres	Bullets
Kruising Maasgeul	Microtunnel-techniek vanaf haaienvin bij Edisonbaai, opgevolgd door de segmented tunnel-techniek	Direct Pipe-techniek nabij de kruising met de Porthos leiding
Tracé van de zeeleiding	Westelijke route langs K14 platform	Westelijke route 2 Centrale route
Type knooppunt op zee	Platform installatie voor eindpunt	Eindpunt op bestaand platform Eindpunt op de zeebodem
Optimalisatie realisatiefase	Optimalisatie segmented tunnel scenario	Optimalisatie microtunnel scenario en direct-pipe scenario

#### 8.1.1 Alternatieve locatie van de CO<sub>2</sub> terminal

CO<sub>2</sub>next heeft aangegeven dat er twee opslaglocaties voor de CO<sub>2</sub> terminal zijn verkend. De voorgenomen activiteit betreft een opslag terminal aan de oostzijde van het MOT (Maasvlakte Olie Terminal) terrein. Hiervoor dienen aanlegsteigers aangelegd te worden aan de zuidzijde van het terrein van Gate terminal. Als alternatieve locatie is er ruimte nabij het compressorstation op het GATE Tank 5-terminalterrein ten noordwesten van de Yukonhaven. Hiervoor dient de Yukon haven aangepast te worden en dienen ook hier steigers te worden aangelegd. De voorkeur gaat uit naar de locatie op het terrein van MOT omdat dit meer ruimte biedt voor toekomstige uitbreidingen.

Wanneer wordt uitgegaan van dezelfde werkzaamheden voor de bouw van de CO<sub>2</sub> opslag terminal en de steigers, veroorzaakt de alternatieve variant naar verwachting lagere stikstofemissies. Dit komt doordat een kortere transportleiding van de CO<sub>2</sub> opslag terminal naar het compressorstation hoeft te worden aangelegd. Hierdoor kan worden uitgegaan dat de alternatieve locatie niet leidt tot een negatiever effect ten aanzien van de voorgenomen activiteit.

### 8.1.2 Varianten opslag tanks

Voor de opslag van CO<sub>2</sub> heeft CO<sub>2</sub>next twee opties van opslag tanks verkend: spheres (voorgenomen activiteit) en bullets (alternatieve optie). De werkzaamheden van de bouw van opslag tanks in de vorm van spheres en bullets verschillen, waardoor de stikstofemissies ook anders zijn. Om te achterhalen of de alternatieve optie (de bullets) leidt tot een negatiever effect ten opzichte van de voorgenomen activiteit, zijn de stikstofemissies in beeld gebracht. Uit de resultaten in Tabel 8-2 volgt dat de stikstofemissies ten gevolge van de bouw van spheres hoger zijn dan de stikstofemissies ten gevolge van de bouw van bullets. Hierdoor kan worden uitgegaan dat de alternatieve optie (bullets) niet leidt tot een negatiever effect ten aanzien van de voorgenomen activiteit.

Tabel 8-2. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van spheres en bullets

Onderdeel	Voorgenomen activiteit – Spheres		Alternatief – Bullets	
	NO <sub>x</sub> emissie [kg/jaar]	NH <sub>3</sub> emissie [kg/jaar]	NO <sub>x</sub> emissie [kg/jaar]	NH <sub>3</sub> emissie [kg/jaar]
CO <sub>2</sub> opslag tanks	415,6	6,8	333,5	9,0

### 8.1.3 Alternatieve kruisingen van de zeevering en Maasgeul

Voor het doorkruisen van de zeevering en de Maasgeul zijn drie opties verkend: microtunnel scenario, segmented tunnel scenario en direct-pipe scenario. Voor het microtunnel scenario en segmented tunnel scenario geldt dat een langere tunnel moet worden aangelegd ten opzichte van het direct-pipe scenario voor de kruising van de zeevering en Maasgeul. Hierdoor vallen de stikstofemissies gedurende de kruising van de zeevering/Maasgeul hoger uit dan bij het direct-pipe scenario. Voor het direct-pipe scenario geldt daarentegen dat er aanzienlijk meer baggerwerkzaamheden plaatsvinden, door de aanleg van een kortere tunnel. Dit leidt tot meer stikstofemissies gedurende de kruising van de Maasgeul. Daarnaast vinden de werkzaamheden van de direct-pipe verder van het compressorstation plaats, waardoor een langere onshore leiding moet worden aangelegd. Een overzicht van de stikstofemissies gedurende de aanleg van de onshore leiding, kruising van de zeevering/Maasgeul en aanleg van de zeeleiding van de genoemde scenario's is weergegeven in Tabel 8-3.

Tabel 8-3. Overzicht stikstofemissies van de relevante onderdelen van de drie scenario's

Onderdeel	ST scenario (voorgenomen)		MT scenario (alternatief)		DP scenario (alternatief)	
	NO <sub>x</sub> [kg/jaar]	NH <sub>3</sub> [kg/jaar]	NO <sub>x</sub> [kg/jaar]	NH <sub>3</sub> [kg/jaar]	NO <sub>x</sub> [kg/jaar]	NH <sub>3</sub> [kg/jaar]
Aanleg onshore leiding	660	24	660	24	989	35
Kruising zeevering/maasgeul	12.628	59	11.974	32	5.696	16
Aanleg zeeleiding	344.598	-	344.598	-	412.458	-
<b>Emissie per jaar</b>	<b>357.886</b>	<b>83</b>	<b>357.232</b>	<b>56</b>	<b>419.142</b>	<b>52</b>

In AERIUS Calculator zijn berekeningen uitgevoerd om de stikstofdepositiebijdrages op nabijgelegen Natura 2000-gebieden in beeld te brengen. Een overzicht van de stikstofdepositiebijdrages op nabijgelegen Natura 2000-gebieden van de verschillende alternatieven is weergegeven in Tabel 8-4.

Tabel 8-4. Resultaten stikstofdepositie op nabijgelegen Natura 2000-gebieden van de verschillende alternatieven

	ST scenario (voorgenomen)	MT scenario (alternatief)	DP scenario (alternatief)
<b>Totale NO<sub>x</sub> emissie [ton/jaar]</b>	<b>1.056,1</b>	<b>1.055,5</b>	<b>1.117,4</b>
<b>Gebieden</b>	<b>mol/ha/jaar</b>	<b>mol/ha/jaar</b>	<b>mol/ha/jaar</b>
Solleveld & Kapittelduinen	0,70	0,68	1,06
Westduinpark & Wapendal	0,34	0,34	0,57
Voornes Duin	0,33	0,32	0,52
Meijendel & Berkheide	0,25	0,25	0,42
Voordelta	0,16	0,15	0,25
Duinen Goeree & Kwade Hoek	0,09	0,09	0,17
Grevelingen	0,06	0,06	0,13

Uit Tabel 8-4 volgt dat het microtunnel scenario de minste stikstofemissies en depositie op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden veroorzaakt.

#### 8.1.4 Alternatieve tracés van de zeeleiding

Het tracé vanaf de kruising met de Maasgeul loopt eerst in noordelijke richting parallel met de Porthos zeeleiding. Het tracé op zee is zodanig gekozen dat het zoveel mogelijk bestaande leidingen volgt en gevoelige gebieden en andere gebruiksfuncties ontziet. Dit betreft zandwingebieden, huidige en toekomstige windparken, militaire gebieden, scheepswrakken, scheepvaartroutes, visserijgebieden en natuurgebieden. Waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van de beveiligde zones rondom bestaande platforms, zodat deze ruimte meervoudig gebruikt kan worden.

Voor de leiding zijn er in het noordelijk deel drie alternatieve routes: twee westelijke routes en een centrale route. Alle routes gaan richting de platforms van TotalEnergies, Shell en Neptune Energy in de K- en L-blokken, maar hebben verschillende connectiepunten. De voorgenomen activiteit is de westelijke route 1 langs het platform K14-FA van Shell.

Doordat de Natura 2000-gebieden op meer dan 25 kilometer van de connectiepunten liggen, wordt de stikstofneerslag van dit deel niet berekend op Natura 2000-gebieden in AERIUS Calculator. Het is daardoor niet mogelijk om de stikstofdepositiebijdragen van de realisatie van de verschillende tracés inzichtelijk te maken. Wel is de bijdrage van de voorgenomen activiteiten op zee aan de totale stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden beperkt, doordat er sprake is van een tijdelijk bouwactiviteit en van een grote afstand van meer dan 25 kilometer tot aan de meest nabijgelegen Natura 2000-gebieden. Naarmate de afstand tussen de emissiebronnen en de Natura 2000-gebieden groter wordt, neemt de stikstofdepositiebijdrage verder af.

#### 8.1.5 Varianten type knooppunt op zee

Het eindpunt bevindt zich op circa 230 km afstand in noordelijke richting op de Noordzee in de K- en L-blokken. Vanaf het eindpunt in het noorden van de zeeleiding kunnen opslagpartijen een verbindingsleiding naar een platform aansluiten op de zeeleiding. Voor het eindpunt van de zeeleiding zijn drie varianten verkend:

1. Eindpunt op een nieuw verdeelplatform (D-Hub);
2. Eindpunt op het bestaande platform L4-A van TotalEnergies;
3. Eindpunt onder water op de zeebodem.

De voorgenomen activiteit is het aanleggen van een eindpunt op een nieuw platform. Ook hier geldt dat de stikstofneerslag op het eindpunt niet wordt berekend op Natura 2000-gebieden in AERIUS Calculator, omdat de Natura 2000-gebieden op meer dan 25 kilometer afstand liggen. De stikstofdepositiebijdrage van de realisatie van het eindpunt zal, evenals de realisatie van het tracé van de zeeleiding, beperkt zijn.

### 8.1.6 Varianten optimalisatie realisatiefase

Naast de optimalisatie van het segmented tunnel scenario, beschreven in hoofdstuk 5, zijn ook de optimalisatie varianten van het microtunnel scenario en direct-pipe scenario verkend. Hierbij is in samenspraak met Aramis en CO2next onderzocht welke optimalisaties kunnen worden toegepast om de stikstofemissies van beide varianten verder te reduceren. Evenals voor het segmented tunnel scenario is voor de andere varianten gekozen om 50% van het materieel dat anno Q3 2023 in technische zin elektrisch uitvoerbaar is te elektrificeren. Overzichten van dit materieel zijn in bijlagen A4 en A5 weergegeven. Daarnaast is uitgegaan van 100% elektrificatie van de Tunnel Boormachine (TBM). Tabel 8-5 geeft een overzicht van de totale stikstofemissies en bijdragen van de verschillende optimalisatie scenario's.

Tabel 8-5. Resultaten stikstofdepositie op nabijgelegen Natura 2000-gebieden van de verschillende optimalisatie varianten

	Optimalisatie ST scenario (voorgenomen)	Optimalisatie MT scenario (alternatief)	Optimalisatie DP scenario (alternatief)
<b>NO<sub>x</sub> emissie [ton/jaar]</b>	<b>1.046,3</b>	<b>1.045,7</b>	<b>1.113,4</b>
<b>Gebieden</b>	<b>mol/ha/jaar</b>	<b>mol/ha/jaar</b>	<b>mol/ha/jaar</b>
Solleveld & Kapittelduinen	0,50	0,49	0,96
Westduinpark & Wapendal	0,29	0,28	0,55
Voornes Duin	0,24	0,23	0,47
Meijendel & Berkheide	0,21	0,21	0,41
Voordelta	0,11	0,11	0,23
Duinen Goeree & Kwade Hoek	0,06	0,06	0,16
Grevelingen	0,04	0,04	0,12

Uit resultaten Tabel 8-5 volgt dat het geoptimaliseerde microtunnel scenario de minste stikstofemissies en stikstofdepositie op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden veroorzaakt.

## 9 Milieueffecten buiten Aramis scope

Zoals eerder beschreven behoren sommige CCS-ketenonderdelen niet tot het Aramis initiatief. Het is belangrijk om van deze onderdelen op hoofdlijnen wel de milieugevolgen in beeld te brengen. Het betreft immers effecten die mede via het Aramis initiatief ontstaan. Door de effecten van deze onderdelen ook te beschouwen ontstaat een beeld van de gevolgen van de totale CCS keten. Omdat deze onderdelen niet door de Aramis initiatiefnemers worden ondernomen en omdat hierover slechts beperkt informatie beschikbaar is, worden deze milieugevolgen slechts op globaal niveau beschouwd.

### 9.1 CO<sub>2</sub>-transport naar de Maasvlakte middels landleiding of per schip

Transport van CO<sub>2</sub> via een landleiding (Porthos) gebeurt met elektrisch aangedreven pompen. Dit leidt niet tot extra stikstofemissies.

Het transport van CO<sub>2</sub> per schip (middels 16k coasters en barges) leidt tot stikstofemissies naar de lucht. Nabij de Natura 2000-gebieden zullen de extra scheepsbewegingen het grootste effect hebben. Voor Aramis is onmogelijk aan te geven wat per route de bijdrage zal zijn omdat nog onbekend is via welke vaarroutes welke hoeveelheid CO<sub>2</sub> aangevoerd gaat worden. Wel geldt dat specifiek voor het transport van CO<sub>2</sub> toegeruste schepen benodigd zijn die nog gebouwd moeten worden. Daarbij wordt door Aramis en CO<sub>2</sub>next onderzocht wordt hoe de emissies geminimaliseerd kunnen worden bijvoorbeeld door middel van het varen op LNG. Voor coasters wordt als uitgangspunt aangehouden dat de schepen voldoen aan de IMO Tier III emissiestandaard.

Om toch de effecten van het transport van CO<sub>2</sub> via schepen in kaart te brengen, is een indicatieve berekening uitgevoerd in AERIUS Calculator. In deze berekening is een vaarroute aangehouden, waarbij een 4-baksduwstel (duwstel BII-4) elke dag de Nederlandse binnenwateren naar de Maasvlakte vaart om CO<sub>2</sub> af te leveren aan CO<sub>2</sub>next. Wanneer al het CO<sub>2</sub> is afgeleverd, varen de schepen dezelfde route weer terug. Ter hoogte van de vaarroute zijn op een aantal willekeurige locaties haaks op de vaarroute op vaste afstanden rekenpunten geplaatst om het verloop van de depositiebijdrage te kunnen berekenen. Een overzicht van de depositiebijdrages op de rekenpunten is weergegeven in Tabel 9-1.

Tabel 9-1. Overzicht depositiebijdrage rekenpunten op verschillende locaties langs de vaarroute

Rekenpunten	Afstand [m]	Depositiebijdrage 1 retour beweging per dag met 4-baksduwstel (jaarbasis) [mol/ha/jaar]
Set 1	100	0,26 - 0,51
Set 2	200	0,22 - 0,64
Set 3	300	0,17 - 0,81
Set 4	500	0,16 - 0,62
Set 5	1.000	0,12 - 0,30
Set 6	2.000	0,10 - 0,17
Set 7	3.000	0,08 - 0,13

Over het algemeen is een dalende trend te zien naarmate de afstand tussen de bron en het rekenpunt groter wordt. Bij een afstand van 3 kilometer is de depositiebijdrage afkomstig van één retourvaart van een 4-baksduwstel per dag afgenomen tot de ordegrrootte 0,08-0,13 mol/ha/jaar. Deze bijdrage neemt verder af naar mate de afstand groter wordt.

De lokale bijdrage hangt daarnaast sterk af van de ruwheidslengte. Bij een wateroppervlak is de depositiebijdrage bijvoorbeeld aanzienlijk lager dan op het vaste land.

De gebruikte benadering om de effecten van het transport van CO<sub>2</sub> via schepen in kaart te brengen geeft alleen een indicatie van de depositietrend en de emissies als gevolg van het varen van een binnenvaartschip.

## 9.2 Aansluiting op Porthos-leiding en aanpassen kade

Er wordt van uitgegaan dat emitters of aansluiten op de Porthos landleiding of via schepen hun CO<sub>2</sub> naar CO<sub>2</sub>next transporteren.

### Aansluiten op Porthos leiding

Voor aansluitleidingen is in dit kader alleen de realisatiefase potentieel relevant. De belangrijkste activiteit is het ingraven van de leiding, waarbij mobiele kranen met graafbakken en boormotoren de meest relevante emissiebronnen zijn. Worst-case kan worden uitgegaan dat deze emissies overeenkomen met de emissies berekend in Tabel 4-2.

### Aanpassen kade bij leveranciers CO<sub>2</sub>

Bij de leveranciers van de CO<sub>2</sub> worden mogelijk aanpassingen aan de kade gedaan. Hierbij kan gedacht worden aan het verstevigen van een kade bij een emitter en aan het aanbrengen van damwanden samenhangend met het plaatsen van een nieuwe steiger. Een kraan met trilblok en hulpkraan worden dan ingezet. Worst-case kan worden uitgegaan dat deze emissies overeenkomen met de helft van de emissies berekend in Tabel 4-5 en Tabel 4-6, omdat de bouw van CO<sub>2</sub>next 2 steigers betreft.

## 9.3 Afvang CO<sub>2</sub> voor Aramis initiatief

De bedrijven die CO<sub>2</sub> gaan leveren in het kader van het Aramis initiatief hebben mogelijk een omgevingsvergunning nodig voor de verandering van hun bedrijfsvoering (uitbreiden met een afvanginstallatie en een compressor). De bouwwerkzaamheden van de uitbreiding zal leiden tot extra stikstofemissies. De hoeveelheid stikstof is echter niet op voorhand te kwantificeren, omdat het sterk afhankelijk is van de gebruikte afvangtechniek alsmede bedrijfs- en locatie specifieke omstandigheden. De mogelijke stikstofdeposities als gevolg van deze werkzaamheden, die geen onderdeel zijn van het Aramis initiatief, worden in het kader van de vergunningverlening aan deze projecten beoordeeld.

## 10 Leemten in kennis

**Dit beschrijft de leemten in kennis voor de besluitvorming over het Aramis initiatief.**

Om een beeld te krijgen van de betrouwbaarheid van de berekeningen, is een nauwkeurige weergave van de leemten in kennis noodzakelijk. Gezien het feit dat de onderdelen van het Aramis initiatief nog in de ontwerpfase liggen, zijn exacte gegevens (nog) niet beschikbaar. De gebruikte gegevens in dit stikstofdepositie onderzoek zijn gebaseerd op kengetallen, praktijkervaring en input van leveranciers. Volledigheidshalve wordt hierbij aangetekend dat in de beoordeling is uitgegaan van actuele NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>-emissiefactoren. Daarnaast worden de emissiefactoren voor wegverkeer en het rekenprogramma AERIUS Calculator jaarlijks geactualiseerd, waardoor verschillen kunnen ontstaan in rekenresultaten.

## 11 Conclusie

Het Aramis initiatief bestaat uit de realisatie en exploitatie van een open CCS-infrastructuur. Ten gevolge van de voorgenomen activiteiten komen stikstofemissies vrij in de realisatiefase, testfase en de operationele fase. In AERIUS Calculator is berekend wat de effecten van deze emissies in de vorm van stikstofdepositie op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn.

Voor de realisatiefase heeft Aramis en CO2next aangegeven om 50% van het materieel, dat anno Q3 2023 in technische zin elektrisch uitvoerbaar is, en 100% van de tunnel boormachine te elektrificeren. Deze mitigerende maatregelen leiden tot een reductie van stikstofemissie. Voor het optimalisatie scenario van de segmented tunnel is een eenmalige emissie gedurende twee jaar van 1.046 ton NO<sub>x</sub> per jaar en 136 kg NH<sub>3</sub> per jaar berekend. Uit de resultaten van AERIUS Calculator volgt een hoogste berekende depositiebijdrage van 0,50 mol/ha/jaar in het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen.

Ook voor de testfase heeft Aramis aangegeven om 75% van de testinstallaties te elektrificeren. Voor deze berekening is een eenmalige emissie van 232 ton NO<sub>x</sub> en 42 kg NH<sub>3</sub> berekend. Uit de resultaten van AERIUS Calculator volgt een hoogste berekende depositiebijdrage van 0,43 mol/ha/jaar in het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen.

Voor de operationele fase is een jaarlijkse emissie van 17 ton NO<sub>x</sub> en 8 kg NH<sub>3</sub> berekend. Uit de depositieberekening volgt dat er geen sprake is van een depositiebijdrage (bijdrage 0,00 mol/ha/jaar).



## **Bijlage**

### **A1. Realisatiefase microtunnel scenario**

## A1 Realisatiefase microtunnel scenario

In het microtunnel scenario wordt, net als in het segmented tunnel scenario, een tunnel aangelegd die vanaf het land onder de zeewering, alsmede onder de Maasgeul door gaat. De locatie van de transportleiding aan land (rode lijn) en de microtunnel (MT) werkzaamheden is weergegeven in Figuur A1.1



Figuur A1.1: Locatie van de transportleiding aan land (rode lijn) en de microtunnel werkzaamheden (gelabeld met MT)

## Aanleg transportleiding (landdeel)

### Materieel aanleg transportleiding aan land

Tabel A1.1. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de transportleiding aan land

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	361	573	116,2	5,0
	Bulldozer	461	146	47,3	2,1
Installatie pijpleiding	Pijplader 1	461	20	6,7	0,3
	Pijplader 2	461	20	6,7	0,3
	Welding/NDT/FJC voertuig	184	82	10,8	0,5
	Mobiele kraan	209	699	106,3	4,6
Terrein herstel	Graafmachine	361	573	116,2	5,0
	Bulldozer	461	146	47,3	2,1
<b>Emissie per jaar</b>				<b>457,5</b>	<b>19,8</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

## Wegverkeer

Tabel A1.2. Overzicht stikstofemissies van het wegverkeer gedurende de aanleg van de transportleiding aan land

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	1.796	3.591	12,17	185,6	3,3
Personenauto's	Licht verkeer	2.600	5.200	12,17	17,2	0,6
<b>Emissie per jaar</b>					<b>202,8</b>	<b>3,9</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A13.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

## Aanleg microtunnel

### Materieel aanleg microtunnel

Tabel A1.3. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de microtunnel

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	449	64,9	20,4	0,9
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	361	323,5	65,7	2,8
	Bulldozer	449	160,4	51,0	2,2
	Mobiele kraan	400	25,0	7,3	0,3
	Kraan	400	4,5	1,2	0,1
Constructie verticale schacht	Graafmachine	361	271,5	55,1	2,4
	Kraan	400	60,0	17,0	0,7
	Betonmixer	268	161,7	31,4	1,3
	Betonpomp	183	22,4	3,1	0,1
	Mobiele kraan	400	8,5	2,6	0,1
	Pomp (dewatering)	110	23,4	0,9	0,0
MT constructie	Kraan	400	73,2	20,6	0,9
	Pomp (bentonite) <sup>1)</sup>	55	3.038,5	478,1	0,2
	Mobiele kraan	400	1,0	0,3	0,0
	Pomp (dewatering)	110	91,5	4,6	0,2
	TBM <sup>2)</sup>	2.100	1.012,8	8.082,4	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	8.750	6,0	323,4	0,0
Intrekken leiding	Kraan	400	11,5	3,1	0,1
	Crawling tool <sup>4)</sup>	3	8,4	0,3	0,0
	Winch	500	11,3	3,7	0,2
	Mobiele kraan	400	6,0	1,5	0,1

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Pre-commissioning	Kraan	400	3,5	0,9	0,0
	Mobiele kraan	400	1,5	0,2	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	8.750	2,0	107,8	0,0
	CPS <sup>2)</sup>	7.500	16,5	470,3	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	18.000	6,0	410,4	0,0
Installatie gooseneck	Mobiele kraan	400	1,5	0,2	0,0
	Kraan	400	4,0	1,3	0,0
	Welding spread <sup>4)</sup>	12	2,0	0,1	0,0
	Betonmixer	268	1.034,8	199,6	8,6
	Betonpomp	183	59,1	7,9	0,3
	CPS/CDS <sup>2)</sup>	25.500	13,7	1.323,7	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	18.000	1,0	68,4	0,0
Terrein herstel	Graafmachine	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	449	64,9	20,4	0,9
	Mobiele kraan	400	1,0	0,3	0,0
<b>Emissie per jaar</b>				<b>11.838,3</b>	<b>25,1</b>

- 1) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 2) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van "nonroad" dieselmotoren met een vermogen van > 560 kW is uitgegaan van de EPA voluntary emissie standaard van 0,038 g/kWh. Bron: <https://dieselnet.com/standards/us/nonroad.php#tier3>
- 3) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van de support vessel is uitgegaan van een IMO TIER II emissienorm (maximum operating speed > 2000) en een deellast van 80%.
- 4) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-I emissienorm van toepassing.
- 5) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

## Wegverkeer

Tabel A1.4. Overzicht stikstofemissies van wegverkeer gedurende de aanleg van de microtunnel

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	1.591	3.182	10,50	100,6	3,2
Personenauto's	Licht verkeer	10.400	20.800	10,50	35,1	3,7
<b>Emissie per jaar</b>					<b>135,7</b>	<b>6,9</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A13.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

## Aanleg zeeleiding Scheepvaart

Tabel A1.5. Overzicht stikstofemissies van de schepen gedurende de aanleg van de zeeleiding

Activiteit	Type vessel	AERIUS Categorie	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Pre-lay survey	Onderzoeksschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1599	1.488	40,9	375	-
Baggeren	Baggerschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	27.470	71,9	12.164	-
Kruisingen	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	143,6	7.740	-
Preplay spanrectificatie	Baggerschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	8.750	173,8	9.370	-
Intrekken pijp	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	13,8	3.392	-
Pre-commissioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	82,1	4.424	-
Pijpleggen	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	608,2	149.122	-
Pijptransport	Pipe carrier	Sleepboten, werkschepen en overige GT 1.600-2.999	9.500	608,2	35.594	-
ILT transport	Transport barge	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	3.744	36,0	830	-
Above water tie-in (AWTI)	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	84,0	20.594	-
Survey	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	602,0	32.450	-
Pre-commissioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	387,6	20.894	-
Postlay spanrectificatie	Rockdump vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	9.950	159,2	9.757	-
Trenchen	Trencher op support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	7.720	788,9	37.518	-
Post-lay survey	Onderzoeksschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1599	1.488	40,9	375	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>344.598</b>	<b>-</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

## Bouw D-Hub

Tabel A1.6. Overzicht stikstofemissies van de schepen en helikopters gedurende de aanleg van de D-Hub

Activiteit	Type	AERIUS Categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Jacket + Topside transport	Transport barge + sleepboot	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	6	n.v.t.	79	-
Piles transport	Transport barge + sleepboot	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	6	n.v.t.	79	-
Jacket installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	192	25.951	-
Pile installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	96	13.015	-
Topside installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	48	6.547	-
Topside Commisioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	360	6.085	-
Bevoorrading werkschepen	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	25	n.v.t.	260	-
Crewchange activiteiten	Crew vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	17	n.v.t.	173	-
Crewchange activiteiten	Helikopter (AS 365N3)	n.v.t.	41	n.v.t.	79	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>52.204</b>	<b>-</b>

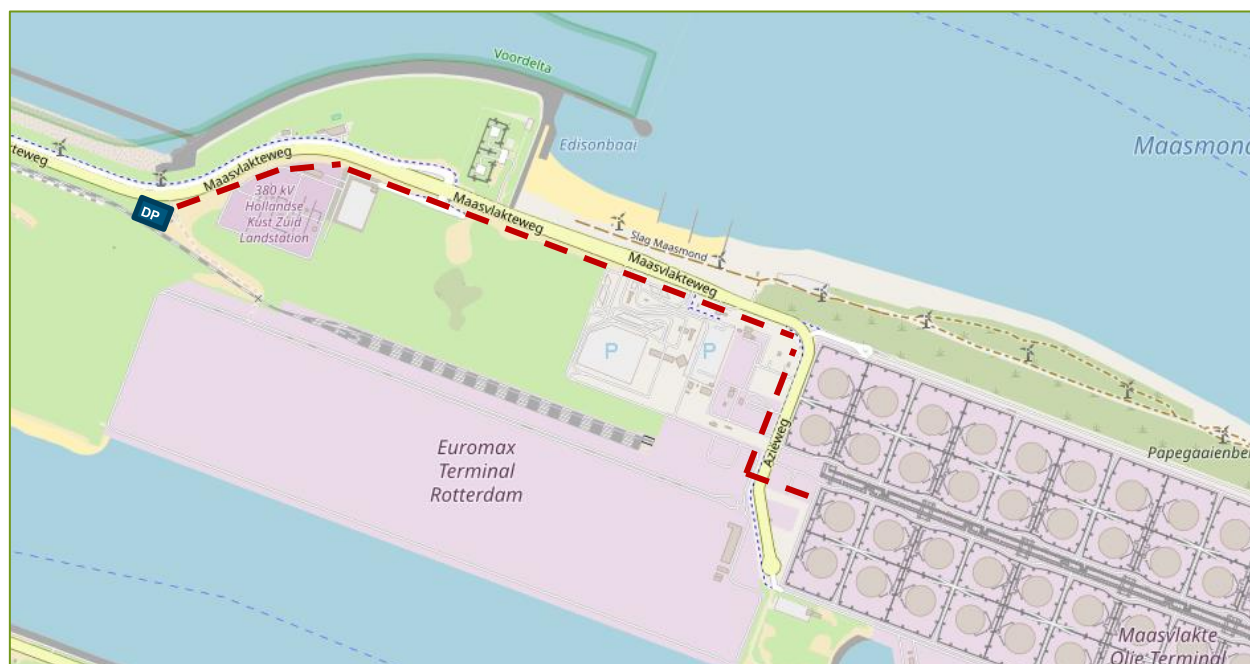
1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

## **Bijlage**

### **A2 Realisatiefase direct-pipe scenario**

## A2 Realisatiefase direct-pipe scenario

In het direct-pipe scenario wordt een tunnel aangelegd die vanaf het land onder de zeewering door gaat. De locatie van de transportleiding aan land (rode lijn) en de direct-pipe (DP) werkzaamheden is weergegeven in Figuur A2.1.



Figuur A2.1: Locatie van de transportleiding aan land (rode lijn) en de direct-pipe werkzaamheden (gelabeld met DP)

## Aanleg transportleiding (landdeel)

### Materieel aanleg transportleiding aan land

Tabel A2.1. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de transportleiding aan land

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	361	859	174,0	7,5
	Bulldozer	461	219	71,4	3,1
Installatie pijpleiding	Pijplader 1	461	31	9,8	0,4
	Pijplader 2	461	31	9,8	0,4
	Welding/NDT/FJC voertuig	184	123	16,4	0,7
	Mobiele kraan	209	1.050	159,9	6,9
Terrein herstel	Graafmachine	361	859	174,0	7,5
	Bulldozer	461	219	71,4	3,1
<b>Emissie per jaar</b>				<b>686,8</b>	<b>29,8</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.



## Wegverkeer

Tabel A2.2. Overzicht stikstofemissies van wegverkeer gedurende de aanleg van de transportleiding aan land

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	2.694	5.387	12,02	283,6	4,9
Personenauto's	Licht verkeer	2.600	5.200	12,02	18,1	0,6
<b>Emissie per jaar</b>					<b>301,7</b>	<b>5,5</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A14.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

## Aanleg direct-pipe

### Materieel aanleg direct-pipe

Tabel A2.3. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de direct-pipe

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	361	131	26,4	1,2
	Bulldozer	449	65	20,4	0,9
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	361	217	44,3	1,9
	Bulldozer	449	108	34,5	1,5
	Mobiele kraan	400	22	5,9	0,3
	Kraan	400	3	1,0	0,0
Constructie verticale schacht	Graafmachine	361	27	5,6	0,2
	Kraan	400	21	6,0	0,3
	Betonmixer	268	72	14,0	0,6
	Betonpomp	183	4	0,6	0,0
	Mobiele kraan	400	9	2,6	0,1
DP constructie	Kraan	400	16	4,4	0,2
	Pomp (bentonite) <sup>1)</sup>	55	326	51,3	0,0
	Mobiele kraan	400	20	5,6	0,3
	Welding spread <sup>4)</sup>	12	21	1,5	0,0
	TBM <sup>2)</sup>	2.100	326	2.600,3	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	8.750	6	323,4	0,0
Intrekken leiding	Kraan	400	12	3,1	0,1
	Crawling tool <sup>4)</sup>	3	3	0,1	0,0
	Winch	500	4	1,3	0,1
	Mobiele kraan	400	6	1,5	0,1

Activiteit	Werktuig	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
				NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Pre-commissioning	Kraan	400	4	0,9	0,0
	Mobiele kraan	400	2	0,2	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	8.750	2	107,8	0,0
	CPS <sup>2)</sup>	7.500	17	470,3	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	18.000	6	410,4	0,0
Installatie gooseneck	Mobiele kraan	400	2	0,2	0,0
	Kraan	400	4	0,9	0,0
	Welding spread <sup>4)</sup>	12	2	0,1	0,0
	Betonmixer	268	152	29,5	1,3
	Betonpomp	183	9	1,4	0,0
	CPS/CDS <sup>2)</sup>	25.500	14	1.323,7	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	18.000	1	68,4	0,0
Terrein herstel	Graafmachine	361	131	26,4	1,2
	Bulldozer	449	65	20,4	0,9
	Mobiele kraan	400	1	0,3	0,0
<b>Emissie per jaar</b>				<b>5.614,8</b>	<b>11,2</b>

- 1) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 2) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van "nonroad" dieselmotoren met een vermogen van > 560 kW is uitgegaan van de EPA voluntary emissie standaard van 0,038 g/kWh. Bron: <https://dieselnet.com/standards/us/nonroad.php#tier3>
- 3) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van de support vessel is uitgegaan van een IMO TIER II emissienorm (maximum operating speed > 2000) en een deellast van 80%.
- 4) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-I emissienorm van toepassing.
- 5) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

## Wegverkeer

Tabel A2.4. Overzicht stikstofemissies van het wegverkeer gedurende de aanleg van de direct-pipe

Type verkeer	AERIUS Categorie	Aantal/jaar	Bewegingen/jaar	Enkele rit afstand [km] <sup>1)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>2)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Vrachtwagens	Zwaar verkeer	841	1.681	9,64	48,5	1,6
Personenauto's	Licht verkeer	10.400	20.800	9,64	32,2	3,4
<b>Emissie per jaar</b>					<b>80,7</b>	<b>5,0</b>

- 1) De enkele rit afstand bestaat uit de afstand die het wegverkeer rijdt op het terrein en de afstand van de verkeersaantrekkende werking. De verwachte route is weergegeven in de AERIUS rapportage in bijlage A14.
- 2) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn automatisch berekend op basis van de invoerparameters en default waarden in AERIUS Calculator.

## Aanleg zeeleiding Scheepvaart

Tabel A2.5. Overzicht stikstofemissies van de schepen gedurende de aanleg van de zeeleiding

Activiteit	Type vessel	AERIUS Categorie	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Pre-lay survey	Onderzoeksschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1599	1.488	41	375	-
Baggeren	Baggerschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	27.470	495	83.838	-
Kruisingen	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	144	7.739	-
Preplay spanrectificatie	Baggerschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	8.750	174	9.370	-
Intrekken pijp	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	4	1.091	-
Pre-commissioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	67	3.612	-
Pijpleggen	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	606	148.644	-
Pijptransport	Pipe carrier	Sleepboten, werkschepen en overige GT 1.600-2.999	9.500	606	35.480	-
ILT transport	Transport barge	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	3.744	36	830	-
Above water tie-in (AWTI)	Pijplegschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	39.800	84	20.594	-
Survey	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	600	32.345	-
Pre-commissioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8.750	388	20.889	-
Postlay spanrectificatie	Rockdump vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	9.950	159	9.757	-
Trenchen	Trencher op support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	7.720	789	37.518	-
Post-lay survey	Onderzoeksschip	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1599	1.488	41	375	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>412.458</b>	<b>-</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

## Bouw D-Hub

Tabel A2.6. Overzicht stikstofemissies van de schepen en helikopters gedurende de aanleg van de D-Hub

Activiteit	Type	AERIUS Categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Jacket + Topside transport	Transport barge + sleepboot	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	6	n.v.t.	79	-
Piles transport	Transport barge + sleepboot	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	6	n.v.t.	79	-
Jacket installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	192	25.951	-
Pile installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	96	13.015	-
Topside installation	Heavylift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT vanaf 100.000	2	48	6.547	-
Topside Commisioning	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	360	6.085	-
Bevoorrading werkschepen	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	25	n.v.t.	260	-
Crewchange activiteiten	Crew vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	17	n.v.t.	173	-
Crewchange activiteiten	Helikopter (AS 365N3)	n.v.t.	41	n.v.t.	79	-
<b>Emissie per jaar</b>					<b>52.204</b>	<b>-</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

## **Bijlage**

### **A3 Optimalisatie Segmented tunnel scenario**

## A3 Optimalisatie segmented tunnel scenario

### Materieel bouw CO<sub>2</sub> opslag terminal (optimalisatie)

 Tabel A3.1. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de CO<sub>2</sub> opslag terminal

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>4)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	Ja	200	240	13,9	0,6
	Asfalt freesmachine	Nee	276	20	3,9	0,2
	Shovel	Ja	210	120	8,8	0,4
	Grader	Nee	168	60	7,5	0,3
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	Ja	192	40	2,2	0,1
	Shovel	Ja	210	40	2,9	0,1
	Grader	Nee	168	20	2,4	0,1
	Wals	Nee	85	20	1,4	0,1
	Asfaltmachine	Nee	129	20	1,9	0,1
	Graafmachine	Ja	120	34	1,3	0,1
	Graafmachine	Ja	120	34	1,3	0,1
Aanleg RoRo	Kraan (100 ton)	Nee	192	20	2,8	0,1
	Liftbarge (100 ton)	Nee	400	8	2,2	0,1
Bouw opslag tanks (spheres)	Kraan (100 ton)	Nee	192	120	8,5	0,4
	Beton pomp	Ja	132	140	7,0	0,3
	Kraan (100 ton)	Nee	192	960	134,7	5,8
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	960	75,0	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	960	54,2	< 0,1
Bouw gebouwen	Graafmachine	Ja	192	120	6,7	0,3
	Beton pomp	Ja	132	120	5,9	0,3
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	960	75,0	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	960	54,2	< 0,1
	Kraan (100 ton)	Nee	192	120	16,8	0,7
Constructie support	Middelzware UTS voertuigen <sup>3)</sup>	Ja	67	2.400	144,0	1,1
	Tractoren	Ja	96	2.400	72,1	2,9
<b>Emissie per jaar</b>					<b>706,9</b>	<b>14,0</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.

3) Middelzware utiliteitsvoertuigen (MUT) vallen onder een andere toepassing van verbrandingsmotoren in mobiele werktuigen. De stikstofemissies van MUT zijn berekend aan de hand van de methode beschreven in het TNO rapport R12305. "AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen." datum: 10 december 2021.

4) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel aanleg CO<sub>2</sub>-transportleiding (optimalisatie)

Tabel A3.2. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de transportleiding

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uren/jaar] <sup>4)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aanleg transportleiding	Kraan (100 ton)	Nee	192	960	67,3	2,9
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	480	18,8	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	480	13,6	< 0,1
	Kraan (100 ton)	Nee	192	1.280	89,9	3,9
	Middelzware UTS voertuigen <sup>3)</sup>	Ja	67	2.400	144,0	1,1
	Tractoren	Ja	96	2.400	72,1	2,9
<b>Emissie per jaar</b>					<b>405,6</b>	<b>10,7</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.

3) Middelzware utiliteitsvoertuigen (MUT) vallen onder een andere toepassing van verbrandingsmotoren in mobiele werktuigen. De stikstofemissies van MUT zijn berekend aan de hand van de methode beschreven in het TNO rapport R12305. "AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen." datum: 10 december 2021.

4) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel bouw steigers (optimalisatie)

Tabel A3.3. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de bouw van de steigers

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren] <sup>3)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding, bouw steigers	Graafmachine	Ja	192	250	14,0	0,6
	Wiellader	Ja	123	75	3,5	0,1
	Kipper 8x4 met laad arm	Nee	353	20	4,9	0,2
	Kipper 8x4	Nee	324	220	50,9	2,2
	Zelfrijdende wals	Nee	80	30	1,8	0,1
	Tandemwals	Nee	65	5	0,3	< 0,1
	Betonpomp	Ja	310	200	22,2	1,0
	Betonmixer	Ja	310	200	22,2	1,0
	Trekker	Nee	390	20	4,3	0,2
	Asfalteermachine	Nee	151	15	1,6	0,1
	Veegwagen <sup>2)</sup>	Nee	55	5	0,8	< 0,1
	Kleeflaag machine	Nee	213	5	0,7	< 0,1
	Graafmachine	Ja	192	15	0,9	< 0,1
	Wegterrein kraan	Nee	430	25	7,7	0,3

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren] <sup>3)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
	Kraan	Nee	400	2.160	613,2	26,8
<b>Emissie per jaar</b>					<b>749,0</b>	<b>32,6</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 3) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

Tabel A3.4. Overzicht stikstofemissies van powerpacks en aggregaten gedurende de bouw van de steigers

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren] <sup>3)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aandrijven heistelling	Powerpacks	Ja	565	580	349,7	< 0,1
Aandrijven boormachine	Powerpacks	Ja	565	180	108,5	< 0,1
Aandrijven heistelling	Powerpacks	Ja	565	10	6,0	< 0,1
Ten behoeve van lassen	Aggregaten <sup>2)</sup>	Nee	8	1.170	48,2	< 0,1
<b>Emissie per jaar</b>					<b>512,5</b>	<b>&lt; 0,1</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Voor de aggregaten ten behoeve van lassen is een Stage-I emissienorm van toepassing.
- 3) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel uitbreiding compressorstation (optimalisatie)

Tabel A3.5. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de uitbreiding van het compressorstation

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>2)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Installatie compressoren	Kraan	Nee	209	24	3,8	0,2
Installatie Koel- en hulpsystemen	Kraan	Nee	209	8	1,3	0,1
Installatie PIG launcher	Kraan	Nee	209	8	1,3	0,1
Pre-commissioning	Hydraulische power unit (HPU)	Ja	160	80	4,7	0,2
<b>Emissie per jaar</b>					<b>11,1</b>	<b>0,6</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch



## Materieel aanleg segmented tunnel (optimalisatie)

Tabel A3.6. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de segmented tunnel

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>6)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	Nee	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	Nee	449	64,9	20,4	0,9
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	Nee	361	355,4	72,1	3,1
	Bulldozer	Nee	449	176,2	55,9	2,4
	Mobiele kraan	Nee	400	27,0	7,5	0,3
	Kraan	Nee	400	5,5	1,6	0,1
Constructie verticale schacht	Graafmachine	Nee	361	271,5	216,9	9,4
	Kraan	Nee	400	60,0	42,8	1,9
	Betonmixer	Ja	268	161,7	27,3	1,2
	Betonpomp	Ja	183	22,4	1,8	0,1
	Mobiele kraan	Nee	400	8,5	2,6	0,1
	Pomp (dewatering)	Ja	110	23,4	0,5	0,0
	Bulldozer	Nee	449	64,9	20,4	0,9
ST constructie	Kraan	Nee	400	212,5	60,5	2,6
	Pomp (bentonite) <sup>1)</sup>	Ja	55	3.038,5	239,0	0,1
	Mobiele kraan	Nee	400	1,0	0,3	0,0
	Pomp (dewatering)	Ja	110	91,5	3,9	0,2
	TBM <sup>2)</sup>	Ja (100%)	2.100	1.012,8	-	-
	Support vessels <sup>3)</sup>	Nee	8.750	6,0	323,4	0,0
Intrekken leiding	Kraan	Nee	400	11,5	3,1	0,1
	Crawling tool <sup>4)</sup>	Nee	3	8,4	0,3	0,0
	Winch	Nee	500	11,3	3,7	0,2
	Mobiele kraan	Nee	400	6,0	1,5	0,1
Pre-commissioning	Kraan	Nee	400	3,5	0,9	0,0
	Mobiele kraan	Nee	400	1,5	0,2	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	Nee	8.750	2,0	107,8	0,0
	CPS <sup>2)</sup>	Nee	7.500	16,5	470,3	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	Nee	18.000	6,0	410,4	0,0
Installatie gooseneck	Mobiele kraan	Nee	400	1,5	0,2	0,0
	Kraan	Nee	400	4,0	1,3	0,0
	Welding spread <sup>4)</sup>	Nee	12	2,0	0,1	0,0
	Betonmixer	Ja	268	2.090,6	201,6	8,7

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>6)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
	Betonpomp	Ja	183	119,5	8,1	0,3
	CPS/CDS <sup>2)</sup>	Nee	25.500	13,7	1.323,7	< 0,1
	CDS <sup>2)</sup>	Nee	18.000	1,0	68,4	< 0,1
Terrein herstel	Graafmachine	Nee	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	Nee	449	64,9	20,4	0,9
	Mobiele kraan	Nee	400	1,0	0,3	< 0,1
<b>Emissie per jaar</b>					<b>3.772,4</b>	<b>36,1</b>

- 1) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 2) Uitgegaan van 100% elektrificatie van de TBM.
- 3) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van de support vessel is uitgegaan van een IMO TIER II emissienorm (maximum operating speed > 2000) en een deellast van 80%.
- 4) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-I emissienorm van toepassing.
- 5) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 6) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## **Bijlage**

### **A4 Optimalisatie microtunnel scenario**

## A4 Optimalisatie microtunnel scenario

### Materieel bouw CO<sub>2</sub> opslag terminal (optimalisatie)

Tabel A4.1. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de CO<sub>2</sub> opslag terminal

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>4)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	Ja	200	240	13,9	0,6
	Asfalt freesmachine	Nee	276	20	3,9	0,2
	Shovel	Ja	210	120	8,8	0,4
	Grader	Nee	168	60	7,5	0,3
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	Ja	192	40	2,2	0,1
	Shovel	Ja	210	40	2,9	0,1
	Grader	Nee	168	20	2,4	0,1
	Wals	Nee	85	20	1,4	0,1
	Asfaltmachine	Nee	129	20	1,9	0,1
	Graafmachine	Ja	120	34	1,3	0,1
	Graafmachine	Ja	120	34	1,3	0,1
Aanleg RoRo	Kraan (100 ton)	Nee	192	20	2,8	0,1
	Liftbarge (100 ton)	Nee	400	8	2,2	0,1
Bouw opslag tanks (spheres)	Kraan (100 ton)	Nee	192	120	8,5	0,4
	Beton pomp	Ja	132	140	7,0	0,3
	Kraan (100 ton)	Nee	192	960	134,7	5,8
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	960	75,0	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	960	54,2	< 0,1
Bouw gebouwen	Graafmachine	Ja	192	120	6,7	0,3
	Beton pomp	Ja	132	120	5,9	0,3
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	960	75,0	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	960	54,2	< 0,1
	Kraan (100 ton)	Nee	192	120	16,8	0,7
Constructie support	Middelzware UTS voertuigen <sup>3)</sup>	Ja	67	2.400	144,0	1,1
	Tractoren	Ja	96	2.400	72,1	2,9
<b>Emissie per jaar</b>					<b>706,9</b>	<b>14,0</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.

3) Middelzware utiliteitsvoertuigen (MUT) vallen onder een andere toepassing van verbrandingsmotoren in mobiele werktuigen. De stikstofemissies van MUT zijn berekend aan de hand van de methode beschreven in het TNO rapport R12305. "AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen." datum: 10 december 2021.

4) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel aanleg CO<sub>2</sub>-transportleiding (optimalisatie)

Tabel A4.2. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de transportleiding

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uren/jaar] <sup>4)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aanleg transportleiding	Kraan (100 ton)	Nee	192	960	67,3	2,9
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	480	18,8	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	480	13,6	< 0,1
	Kraan (100 ton)	Nee	192	1.280	89,9	3,9
	Middelzware UTS voertuigen <sup>3)</sup>	Ja	67	2.400	144,0	1,1
	Tractoren	Ja	96	2.400	72,1	2,9
<b>Emissie per jaar</b>					<b>405,6</b>	<b>10,7</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 3) Middelzware utiliteitsvoertuigen (MUT) vallen onder een andere toepassing van verbrandingsmotoren in mobiele werktuigen. De stikstofemissies van MUT zijn berekend aan de hand van de methode beschreven in het TNO rapport R12305. "AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen." datum: 10 december 2021.
- 4) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel bouw steigers (optimalisatie)

Tabel A4.3. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de bouw van de steigers

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren] <sup>3)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding, bouw steigers	Graafmachine	Ja	192	250	14,0	0,6
	Wiellader	Ja	123	75	3,5	0,1
	Kipper 8x4 met laad arm	Nee	353	20	4,9	0,2
	Kipper 8x4	Nee	324	220	50,9	2,2
	Zelfrijdende wals	Nee	80	30	1,8	0,1
	Tandemwals	Nee	65	5	0,3	< 0,1
	Betonpomp	Ja	310	200	22,2	1,0
	Betonmixer	Ja	310	200	22,2	1,0
	Trekker	Nee	390	20	4,3	0,2
	Asfalteermachine	Nee	151	15	1,6	0,1
	Veegwagen <sup>2)</sup>	Nee	55	5	0,8	< 0,1
	Kleeflaag machine	Nee	213	5	0,7	< 0,1
	Graafmachine	Ja	192	15	0,9	< 0,1
	Wegterrein kraan	Nee	430	25	7,7	0,3
	Kraan	Nee	400	2.160	613,2	26,8
<b>Emissie per jaar</b>					<b>749,0</b>	<b>32,6</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

- 2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.  
3) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

Tabel A4.4. Overzicht stikstofemissies van powerpacks en aggregaten gedurende de bouw van de steigers

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren] <sup>3)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aandrijven heistelling	Powerpacks	Ja	565	580	349,7	< 0,1
Aandrijven boormachine	Powerpacks	Ja	565	180	108,5	< 0,1
Aandrijven heistelling	Powerpacks	Ja	565	10	6,0	< 0,1
Ten behoeve van lassen	Aggregaten <sup>2)</sup>	Nee	8	1.170	48,2	< 0,1
<b>Emissie per jaar</b>					<b>512,5</b>	<b>&lt; 0,1</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.  
2) Voor de aggregaten ten behoeve van lassen is een Stage-I emissienorm van toepassing.  
3) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel uitbreiding compressorstation (optimalisatie)

Tabel A4.5. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de uitbreiding van het compressorstation

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>2)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Installatie compressoren	Kraan	Nee	209	24	3,8	0,2
Installatie Koel- en hulpsystemen	Kraan	Nee	209	8	1,3	0,1
Installatie PIG launcher	Kraan	Nee	209	8	1,3	0,1
Pre-commissioning	Hydraulische power unit (HPU)	Ja	160	80	4,7	0,2
<b>Emissie per jaar</b>					<b>11,1</b>	<b>0,6</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.  
2) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel aanleg microtunnel (optimalisatie)

Tabel A4.6. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de microtunnel

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>6)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	Nee	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	Nee	449	64,9	20,4	0,9
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	Nee	361	323,5	65,7	2,8
	Bulldozer	Nee	449	160,4	51,0	2,2
	Mobiele kraan	Nee	400	25,0	7,3	0,3
	Kraan	Nee	400	4,5	1,2	0,1

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>6)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Constructie verticale schacht	Graafmachine	Nee	361	271,5	55,1	2,4
	Kraan	Nee	400	60,0	17,0	0,7
	Betonmixer	Ja	268	161,7	15,7	0,7
	Betonpomp	Ja	183	22,4	1,6	0,1
	Mobiele kraan	Nee	400	8,5	2,6	0,1
	Pomp (dewatering)	Ja	110	23,4	0,5	< 0,1
MT constructie	Kraan	Nee	400	73,2	20,6	0,9
	Pomp (bentonite) <sup>1)</sup>	Ja	55	3.038,5	239,0	0,1
	Mobiele kraan	Nee	400	1,0	0,3	0,0
	Pomp (dewatering)	Ja	110	91,5	2,3	0,1
	TBM <sup>2)</sup>	Ja (100%)	2.100	1.012,8	-	-
	Support vessels <sup>3)</sup>	Nee	8.750	6,0	323,4	0,0
Intrekken leiding	Kraan	Nee	400	11,5	3,1	0,1
	Crawling tool <sup>4)</sup>	Nee	3	8,4	0,3	0,0
	Winch	Nee	500	11,3	3,7	0,2
	Mobiele kraan	Nee	400	6,0	1,5	0,1
Pre-commissioning	Kraan	Nee	400	3,5	0,9	0,0
	Mobiele kraan	Nee	400	1,5	0,2	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	Nee	8.750	2,0	107,8	0,0
	CPS <sup>2)</sup>	Nee	7.500	16,5	470,3	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	Nee	18.000	6,0	410,4	0,0
Installatie gooseneck	Mobiele kraan	Nee	400	1,5	0,2	0,0
	Kraan	Nee	400	4,0	1,3	0,0
	Welding spread <sup>4)</sup>	Nee	12	2,0	0,1	0,0
	Betonmixer	Ja	268	1.034,8	99,8	4,3
	Betonpomp	Ja	183	59,1	3,9	0,2
	CPS/CDS <sup>2)</sup>	Nee	25.500	13,7	1.323,7	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	Nee	18.000	1,0	68,4	0,0
Terrein herstel	Graafmachine	Nee	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	Nee	449	64,9	20,4	0,9
	Mobiele kraan	Nee	400	1,0	0,3	0,0
<b>Emissie per jaar</b>					<b>3.393,1</b>	<b>19,7</b>

1) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.

2) Uitgegaan van 100% elektrificatie van de TBM.

3) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van de support vessel is uitgegaan van een IMO TIER II emissienorm (maximum operating speed > 2000) en een deellast van 80%.

4) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-I emissienorm van toepassing.

- 5) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 6) Indien elektrificatie "Ja", 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch (tenzij anders aangegeven)



## **Bijlage**

### **A5 Optimalisatie direct-pipe scenario**

## A5 Optimalisatie direct-pipe scenario

### Materieel bouw CO<sub>2</sub> opslag terminal (optimalisatie)

Tabel A5.1. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de CO<sub>2</sub> opslag terminal

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>4)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	Ja	200	240	13,9	0,6
	Asfalt freesmachine	Nee	276	20	3,9	0,2
	Shovel	Ja	210	120	8,8	0,4
	Grader	Nee	168	60	7,5	0,3
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	Ja	192	40	2,2	0,1
	Shovel	Ja	210	40	2,9	0,1
	Grader	Nee	168	20	2,4	0,1
	Wals	Nee	85	20	1,4	0,1
	Asfaltmachine	Nee	129	20	1,9	0,1
	Graafmachine	Ja	120	34	1,3	0,1
	Graafmachine	Ja	120	34	1,3	0,1
Aanleg RoRo	Kraan (100 ton)	Nee	192	20	2,8	0,1
	Liftbarge (100 ton)	Nee	400	8	2,2	0,1
Bouw opslag tanks (spheres)	Kraan (100 ton)	Nee	192	120	8,5	0,4
	Beton pomp	Ja	132	140	7,0	0,3
	Kraan (100 ton)	Nee	192	960	134,7	5,8
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	960	75,0	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	960	54,2	< 0,1
Bouw gebouwen	Graafmachine	Ja	192	120	6,7	0,3
	Beton pomp	Ja	132	120	5,9	0,3
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	960	75,0	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	960	54,2	< 0,1
	Kraan (100 ton)	Nee	192	120	16,8	0,7
Constructie support	Middelzware UTS voertuigen <sup>3)</sup>	Ja	67	2.400	144,0	1,1
	Tractoren	Ja	96	2.400	72,1	2,9
<b>Emissie per jaar</b>					<b>706,9</b>	<b>14,0</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.

3) Middelzware utiliteitsvoertuigen (MUT) vallen onder een andere toepassing van verbrandingsmotoren in mobiele werktuigen. De stikstofemissies van MUT zijn berekend aan de hand van de methode beschreven in het TNO rapport R12305. "AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen." datum: 10 december 2021.

4) Indien elektrificatie "Ja", totale inzet, 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel aanleg CO<sub>2</sub>-transportleiding (optimalisatie)

Tabel A5.2. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de transportleiding

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uren/jaar] <sup>4)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aanleg transportleiding	Kraan (100 ton)	Nee	192	960	67,3	2,9
	Verreiker <sup>2)</sup>	Ja	55	480	18,8	< 0,1
	Mobiel werk platform <sup>2)</sup>	Ja	38	480	13,6	< 0,1
	Kraan (100 ton)	Nee	192	1.280	89,9	3,9
	Middelzware UTS voertuigen <sup>3)</sup>	Ja	67	2.400	144,0	1,1
	Tractoren	Ja	96	2.400	72,1	2,9
<b>Emissie per jaar</b>					<b>405,6</b>	<b>10,7</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 3) Middelzware utiliteitsvoertuigen (MUT) vallen onder een andere toepassing van verbrandingsmotoren in mobiele werktuigen. De stikstofemissies van MUT zijn berekend aan de hand van de methode beschreven in het TNO rapport R12305. "AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> uitstoot van mobiele werktuigen." datum: 10 december 2021.
- 4) Indien elektrificatie "Ja", totale inzet, 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel bouw steigers (optimalisatie)

Tabel A5.3. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de bouw van de steigers

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren] <sup>3)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding, bouw steigers	Graafmachine	Ja	192	250	14,0	0,6
	Wiellader	Ja	123	75	3,5	0,1
	Kipper 8x4 met laad arm	Nee	353	20	4,9	0,2
	Kipper 8x4	Nee	324	220	50,9	2,2
	Zelfrijdende wals	Nee	80	30	1,8	0,1
	Tandemwals	Nee	65	5	0,3	< 0,1
	Betonpomp	Ja	310	200	22,2	1,0
	Betonmixer	Ja	310	200	22,2	1,0
	Trekker	Nee	390	20	4,3	0,2
	Asfalteermachine	Nee	151	15	1,6	0,1
	Veegwagen <sup>2)</sup>	Nee	55	5	0,8	< 0,1
	Kleeflaag machine	Nee	213	5	0,7	< 0,1
	Graafmachine	Ja	192	15	0,9	< 0,1
	Wegterrein kraan	Nee	430	25	7,7	0,3
	Kraan	Nee	400	2.160	613,2	26,8
<b>Emissie per jaar</b>					<b>749,0</b>	<b>32,6</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.
- 3) Indien elektrificatie "Ja", totale inzet, 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

Tabel A5.4. Overzicht stikstofemissies van powerpacks en aggregaten gedurende de bouw van de steigers

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Totale inzet [uren] <sup>3)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Aandrijven heistelling	Powerpacks	Ja	565	580	349,7	< 0,1
Aandrijven boormachine	Powerpacks	Ja	565	180	108,5	< 0,1
Aandrijven heistelling	Powerpacks	Ja	565	10	6,0	< 0,1
Ten behoeve van lassen	Aggregaten <sup>2)</sup>	Nee	8	1.170	48,2	< 0,1
<b>Emissie per jaar</b>					<b>512,5</b>	<b>&lt; 0,1</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Voor de aggregaten ten behoeve van lassen is een Stage-I emissienorm van toepassing.
- 3) Indien elektrificatie "Ja", totale inzet, 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel uitbreiding compressorstation (optimalisatie)

Tabel A5.5. Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de uitbreiding van het compressorstation

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>2)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Installatie compressoren	Kraan	Nee	209	24	3,8	0,2
Installatie Koel- en hulpsystemen	Kraan	Nee	209	8	1,3	0,1
Installatie PIG launcher	Kraan	Nee	209	8	1,3	0,1
Pre-commissioning	Hydraulische power unit (HPU)	Ja	160	80	4,7	0,2
<b>Emissie per jaar</b>					<b>11,1</b>	<b>0,6</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 2) Indien elektrificatie "Ja", totale inzet, 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## Materieel aanleg direct-pipe (optimalisatie)

Tabel A5.6: Overzicht stikstofemissies van het materieel gedurende de aanleg van de direct-pipe

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>6)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Terrein voorbereiding	Graafmachine	Nee	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	Nee	449	64,9	20,4	0,9
Bouwplaats inrichten	Graafmachine	Nee	361	355,4	72,1	3,1
	Bulldozer	Nee	449	176,2	55,9	2,4
	Mobiele kraan	Nee	400	27,0	7,5	0,3

Activiteit	Werktuig	Elektrificatie (50%)	Vermogen [kW]	Inzet [uur/jaar] <sup>6)</sup>	Emissie [kg/jaar] <sup>5)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
	Kraan	Nee	400	5,5	1,6	0,1
Constructie verticale schacht	Graafmachine	Nee	361	271,5	216,9	9,4
	Kraan	Nee	400	60,0	42,8	1,9
	Betonmixer	Ja	268	161,7	27,3	1,2
	Betonpomp	Ja	183	22,4	1,8	0,1
	Mobiele kraan	Nee	400	8,5	2,6	0,1
	Pomp (dewatering)	Ja	110	23,4	0,5	0,0
	Bulldozer	Nee	449	64,9	20,4	0,9
DP constructie	Kraan	Nee	400	212,5	60,5	2,6
	Pomp (bentonite) <sup>1)</sup>	Ja	55	3.038,5	239,0	0,1
	Mobiele kraan	Nee	400	1,0	0,3	0,0
	Pomp (dewatering)	Ja	110	91,5	3,9	0,2
	TBM <sup>2)</sup>	Ja (100%)	2.100	1.012,8	-	-
	Support vessels <sup>3)</sup>	Nee	8.750	6,0	323,4	0,0
Intrekken leiding	Kraan	Nee	400	11,5	3,1	0,1
	Crawling tool <sup>4)</sup>	Nee	3	8,4	0,3	0,0
	Winch	Nee	500	11,3	1,3	0,1
	Mobiele kraan	Nee	400	6,0	1,5	0,1
Pre-commissioning	Kraan	Nee	400	3,5	0,9	0,0
	Mobiele kraan	Nee	400	1,5	0,2	0,0
	Support vessels <sup>3)</sup>	Nee	8.750	2,0	107,8	0,0
	CPS <sup>2)</sup>	Nee	7.500	16,5	470,3	0,0
	CDS <sup>2)</sup>	Nee	18.000	6,0	410,4	0,0
Installatie gooseneck	Mobiele kraan	Nee	400	1,5	0,2	0,0
	Kraan	Nee	400	4,0	1,3	0,0
	Welding spread <sup>4)</sup>	Nee	12	2,0	0,1	0,0
	Betonmixer	Ja	268	2.090,6	201,6	8,7
	Betonpomp	Ja	183	119,5	8,1	0,3
	CPS/CDS <sup>2)</sup>	Nee	25.500	13,7	1.323,7	< 0,1
	CDS <sup>2)</sup>	Nee	18.000	1,0	68,4	< 0,1
Terrein herstel	Graafmachine	Nee	361	131,0	26,4	1,2
	Bulldozer	Nee	449	64,9	20,4	0,9
	Mobiele kraan	Nee	400	1,0	0,3	< 0,1
<b>Emissie per jaar</b>					<b>2.966,0</b>	<b>10,3</b>

1) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-IIIB emissienorm van toepassing.

2) Uitgegaan van 100% elektrificatie van de TBM

- 3) Voor de berekening van de NO<sub>x</sub>-emissie van de support vessel is uitgegaan van een IMO TIER II emissienorm (maximum operating speed > 2000) en een deellast van 80%.
- 4) Voor dit mobiele werktuig is een Stage-I emissienorm van toepassing.
- 5) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.
- 6) Indien elektrificatie "Ja", totale inzet, 50% van de inzet diesel aangedreven en 50% elektrisch

## **Bijlage**

### **A6. Realisatiefase Shell platform K14-FA**

## A6 Realisatiefase Shell platform K14-FA

Tabel A6.1. Overzicht van de stikstofemissies gedurende de bouwwerkzaamheden van Shell

Onderdeel	Type	AERIUS categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Platform modification	Walk to work	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	80	n.v.t.	87	-
Platform modification	Diving support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	2	120	2.479	-
Platform modification	Supply support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	10	50	611	-
Platform modification	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	360	4.326	-
Platform modification	Heavy lift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	2	408	27.151	-
Platform modification	Transport barge + tugs	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	80	n.v.t.	5.232	-
Platform modification	Helicopter (AS365N3)	n.v.t.	50	n.v.t.	17	-
Spurline installation	Pipelay vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10000-29999	2	192	9.984	-
Spurline installation	Trenching + rockdump vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10000-29999	2	168	4.685	-
Spurline installation	Diving support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5000-9999	2	120	2.479	-
Spurline installation	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	240	2.885	-
Spurline installation	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	160	2.098	-
Spurline installation	Transport barge + tugs	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	8	240	8.697	-
Well modification	Rig mob	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	12	n.v.t.	13	-
Well modification	Drilling supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	229	1.145	14.003	-
Well modification	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	9.600	28.090	-
Well modification	Drilling with jack-up	n.v.t.	n.v.t.	9.600	92.360	-
Well modification	Helicopter (AS365N3)	n.v.t.	400	n.v.t.	136	-
<b>Emissies per jaar</b>					<b>205.332</b>	<b>-</b>

1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.



## **Bijlage**

### **A7 Realisatiefase Neptune Energy platform L10-R**

## A7 Realisatiefase Neptune Energy platform L10-R

Tabel A7.1. Overzicht van de stikstofemissies gedurende de bouwwerkzaamheden van Neptune Energy

Onderdeel	Type	AERIUS categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Platform modification	Walk to work	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	20	n.v.t.	244	-
Platform modification	Heavy lift vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	8	48	3.534	-
Platform modification	Transport barge + tugs	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	6	216	7.909	-
Spurline installation	Pipelay vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	2	168	8.784	-
Spurline installation	Trenching + rockdump vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 30.000-59.999	8	168	11.517	-
Spurline installation	Diving support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	16	288	6.189	-
Well modification	Rig mob	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	12	-	147	-
Well modification	Drilling supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	276	1.380	19.948	-
Well modification	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	10.080	29.503	-
Well modification	Drilling with jack-up	n.v.t.	n.v.t.	10.080	96.978	-
Well modification	Helicopter (AS365N3)	n.v.t.	300	n.v.t.	102	-
<b>Emissies per jaar</b>					<b>184.855</b>	<b>-</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

**Bijlage**

**A8 Realisatiefase TotalEnergies L4-A**

## A8 Realisatiefase TotalEnergies platform L4-A

Tabel A8.1. Overzicht van de stikstofemissies gedurende de werkzaamheden van TotalEnergies

Onderdeel	Type	AERIUS categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Platform modification	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	4.560	13.344	-
Platform modification	Supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	163	814	10.108	-
Platform modification	Walk to work	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	120	1.440	7.741	-
Platform modification	Diving support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	2	336	6.939	-
Platform modification	Tugboats (3x)	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	6	30	405	-
Platform modification	Jack-up	n.v.t.	n.v.t.	3.360	10.541	-
Platform modification	Helicopter (AS365N3)	n.v.t.	271	n.v.t.	92	-
Spurline installation	Pipelay vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	2	363	18.875	-
Spurline installation	Pipe carrier	Sleepboten, werkschepen en overige GT 1.600-2.999	2	40	735	-
Spurline installation	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	363	1.064	-
Spurline installation	Support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	160	2.098	-
Spurline installation	Rock-dump vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 10.000-29.999	2	48	1.346	-
Spurline installation	Diving support vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	2	339	7.001	-
Spurline installation	Survey activities	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	20	244	-
Spurline installation	Trench vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	363	4.364	-
Well modification	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	9.792	28.653	-
Well modification	Supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	350	3.497	42.709	-
Well modification	Tugboats (3x)	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	6	30	405	-
Well modification	Drilling with jack-up	n.v.t.	n.v.t.	9.792	94.207	-

Onderdeel	Type	AERIUS categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar] <sup>1)</sup>	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Well modification	Helicopter (AS365N3)	n.v.t	583	n.v.t.	198	-
<b>Emissies per jaar</b>					<b>251.068</b>	<b>-</b>

- 1) De jaarlijkse NO<sub>x</sub>- en NH<sub>3</sub>-emissievrachten zijn berekend door de totale stikstofemissies van de tweejarige realisatiefase te delen door twee.

## **Bijlage**

### **A9 Operationele fase Shell platform K14-FA**

## A9 Operationele fase Shell platform K14-FA

Tabel A9.1. Overzicht stikstofemissies gedurende de operationele fase van Shell

Onderdeel	Type	AERIUS categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar]	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Onderhoud en reparatie	Walk to work	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	90		98	-
Safety standby	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	96	282	-
Onderhoud en reparatie	Mob/demob	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	5	30	398	-
Platform supply	Supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	3	30	364	-
Onderhoud en reparatie	Transport barge + tugs	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	4	0	5	-
Workover campaign	Rig mob	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	-	2	-
Workover campaign	Drilling supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	3	17	204	-
Workover campaign	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	138	403	-
Workover campaign	Drilling with jack-up	n.v.t.	n.v.t.	138	1.324	-
Power generation	Stroom generator <sup>1)</sup>	n.v.t.	n.v.t.	270	37	-
Platform werkzaamheden	Kraan <sup>2)</sup>	n.v.t.	n.v.t.	157	55	2
<b>Emissies per jaar</b>					<b>2.769</b>	<b>2</b>

1) De stroomgenerator op het platform heeft een thermisch vermogen van 300 kW

2) De kraan op het platform heeft een vermogen van 500 kW

## **Bijlage**

**A10 Operationele fase Neptune Energy  
platform L10-R**



## A10 Operationele fase Neptune Energy platform L10-R

Tabel A10.1. Overzicht stikstofemissies gedurende de operationele fase van Neptune Energy

Onderdeel	Type	AERIUS categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar]	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Onderhoud en reparatie	Walk to work	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	48		586	-
Safety standby	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	96	290	-
Onderhoud en reparatie	Mob/demob	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	5	30	454	-
Platform supply	Supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	3	30	397	-
Onderhoud en reparatie	Transport barge + tugs	Sleepboten, werkschepen en overige GT 5.000-9.999	4	0	61	-
Workover campaign	Rig mob	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	-	20	-
Workover campaign	Drilling supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	4	19	279	-
Workover campaign	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	138	412	-
Workover campaign	Drilling with jack-up	n.v.t.	n.v.t.	138	1.324	-
Power generation	Stroom generator <sup>1)</sup>	n.v.t.	n.v.t.	300	13	-
Platform werkzaamheden	Kraan <sup>2)</sup>	n.v.t.	n.v.t.	100	31	< 0,1
<b>Emissies per jaar</b>					<b>3.456</b>	<b>&lt; 0,1</b>

1) De stroomgenerator op het platform heeft een thermisch vermogen van 100 kW

2) De kraan op het platform heeft een vermogen van 150 kW

## **Bijlage**

**A11 Operationele fase TotalEnergies  
platform L4-A**

## A11 Operationele fase TotalEnergies platform L4-A

Tabel A11.1. Overzicht stikstofemissies gedurende de operationele fase van TotalEnergies

Onderdeel	Type	AERIUS categorie	Bewegingen	Inzet [uur]	Emissie [kg/jaar]	
					NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>
Onderhoud en reparatie	Walk to work	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	40	480	2.580	-
Onderhoud en reparatie	Walk to work	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	40	480	2.580	-
Pig campaigns	Tugboats (3x)	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	6	30	405	-
Paint campaigns	Tugboats (3x)	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	6	30	405	-
Onderhoud en reparatie	Walk to work	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	6	72	387	-
Onderhoud en reparatie	Standby vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	144	423	-
Onderhoud en reparatie	Supply vessel	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	6	30	372	-
Well workover	Tugboats (3x)	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	6	30	372	-
Well workover	Drilling with jack-up	Sleepboten, werkschepen en overige GT 1.600-2.999	2	40	735	-
Pig campaigns	Jack-up	Sleepboten, werkschepen en overige GT 100-1.599	2	363	1.064	-
Paint campaigns	Jack-up	Sleepboten, werkschepen en overige GT 3.000-4.999	2	160	2.098	-
Power generation	Stroom generator <sup>1)</sup>	n.v.t.	n.v.t.	700 <sup>2)</sup>	96	-
Power generation	Stroom generator <sup>1)</sup>	n.v.t.	n.v.t.	700 <sup>2)</sup>	96	-
<b>Emissies per jaar</b>					<b>9.332</b>	<b>-</b>

1) De stroomgenerators hebben elk een thermisch vermogen van 300 kW.

2) In de inschatting van de jaarlijkse inzet van de dieselmotoren van de stroomgenerators is ook het gebruik van een electro-hydraulische kraan meegenomen.

## **Bijlage**

**A12 – A18 AERIUS Rapportages**

**A12 AERIUS rapportage – Realisatiefase segmented tunnel scenario (base case)**

**A13 AERIUS rapportage – Realisatiefase microtunnel scenario  
(alternatief)**

**A14 AERIUS rapportage – Realisatiefase direct-pipe scenario  
(alternatief)**

**A15 AERIUS rapportage – Optimalisatie berekening segmented tunnel scenario**



**A16 AERIUS rapportage – Optimalisatie berekening microtunnel  
scenario**

**A17 AERIUS rapportage – Optimalisatie berekening direct-pipe scenario**

## A18 AERIUS rapportage – Testfase

## A19 AERIUS rapportage – Operationele fase



Regional Office Locations

Royal HaskoningDHV is een onafhankelijk internationaal advies- en ingenieursbureau. We combineren 140 jaar engineering- en ontwerpexpertise met consultancy, software en technology diensten. We leveren hiermee toegevoegde waarde voor klanten en hebben een positieve impact op mensen en onze leefomgeving. Dat is onze drijfveer: Enhancing Society Together. Daar hoort bij dat we onszelf en anderen voortdurend uitdagen om bij te dragen aan duurzame oplossingen voor lokale en wereldwijde vraagstukken in de gebouwde omgeving en de industrie.

In onze snel veranderende wereld wordt de agenda bepaald door onder meer klimaatverandering, de digitale transformatie, een veranderende consumentenvraag en hybride werken. Met onze geïntegreerde duurzame oplossingen willen we bijdragen aan het bredere technologische en maatschappelijke plaatje.

Gesteund door de kennis en ervaring van meer dan 6.000 collega's werken we vanuit kantoren in meer dan 20 landen. We ondersteunen klanten om de transitie te maken naar een slimme en duurzame organisatie. We koppelen onze engineering- en ontwerpexpertise aan onze software- en technologische diensten om toegevoegde waarde te leveren voor onze klanten en de lifecycle van hun assets.

We zijn oprecht, handelen integer en transparant in al onze activiteiten, ook onze bedrijfsvoering. Ons team is divers en inclusief. De veiligheid en het welzijn van mensen, in ons team en daarbuiten, staat onder alle omstandigheden voorop.

In projecten en initiatieven werken we actief samen met overheden en het bedrijfsleven, partners en stakeholders. We zien een belangrijke rol voor onszelf in innovatieve duurzame ontwikkeling en willen bijdragen aan een betere leefomgeving, nu en in de toekomst.

Ons hoofkantoor is gevestigd in Nederland en we hebben kantoren in Europa, Azië, Afrika, Australië en Amerika.



[royalhaskoningdhv.com](http://royalhaskoningdhv.com)