

Terneuzen 2030

Milieu Effect Rapportage

Dow Benelux B.V.

1 oktober 2021

Project Terneuzen 2030
Opdrachtgever Dow Benelux B.V.

Document Milieu Effect Rapportage
Status Definitief 03
Datum 1 oktober 2021
Referentie 125119/21-014.754

Projectcode 125119

Projectleider 2E 2E

Projectdirecteur 2E 2E

Auteur(s) 2E 2E 2E 2E

Gecontroleerd door 2E 2E

Goedgekeurd door ir. 2E

Paraaf

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
2E
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Aanleiding	5
1.3	Reikwijdte en detailniveau	6
1.4	Leeswijzer	6
2	VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN JURIDISCH KADER	7
2.1	Projectbeschrijving Terneuzen 2030	7
2.2	Klimaatbeleid	8
2.3	Wet- en regelgeving	9
2.3.1	Omgevingsvergunning milieu en MER-plicht	9
2.3.2	Richtlijn industriële emissies	11
2.3.3	Overige toestemmingen	11
2.3.4	Mer procedure	12
3	REFERENTIE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	15
3.1	Omgeving	15
3.2	Activiteiten Dow	16
3.2.1	LHC (Light Hydro Carbons) fabriekscomplex	18
3.2.2	Site Logistics (SL) en Power & Utilities (P&U)	18
3.2.3	Ethyleen Oxide fabriek (EO)	18
3.3	Relevante emissies naar de lucht	19
4	VOORGENOMEN ACTIVITEIT	20
4.1	Projectbeschrijving	20
4.2	Voorgenomen aanpassingen en nieuwe situatie vanaf 2030	22
4.2.1	(1) Kraker fuelgas collectie systeem	23
4.2.2	(2) Waterstofproductie en CO ₂ afvang	23
4.2.3	(3) ASU	23
4.2.4	(4) Comprimeren, vloeibaar maken en opslag van CO ₂	24
4.2.5	(5) CO ₂ belading	24
4.2.6	(6) Kraakfornuizen	24
4.2.7	(7) Power Utilities en Infrastructuur (Power& Utilities)	25

4.2.8	(8) Waterstofdistributie	25
4.2.9	(9) Behandelen CO ₂ van de EO plant	26
4.2.10	(10) Elektromotoren	26
4.3	Locatie	26
5	ALTERNATIEVEN	29
5.1	Beschrijving waterstofproductie alternatieven	29
5.2	Afweging waterstofproductie alternatieven	31
5.3	Conclusie	33
6	GEVOLGEN VOOR HET MILIEU VOORKEURSALETERNATIEF	34
6.1	Beoordelingskader	34
6.2	Energie	35
6.3	Klimaat en CO ₂ emissies	36
6.4	Stikstofdepositie	38
6.5	Externe Veiligheid	41
6.6	Luchtkwaliteit	43
6.7	Wateremissies	44
6.8	Geluid	45
6.9	Natura 2000 en Flora & Fauna	48
6.10	Afval	49
6.11	Bodem	50
6.12	Toepassing stoffen	51
7	MULTI CRITERIA-ANALYSE	52
8	LEEMTEN IN KENNIS	54
8.1	Leemten in kennis en informatie	54
8.2	Monitoring en evaluatie	54
8.2.1	Aanlegfase	54
8.2.2	Operationele fase	54
	Laatste pagina	55
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
	Separaat toegevoegd	

INLEIDING

1.1 Achtergrond

Dow is sinds 1955 actief in de Benelux. Dow Benelux BV heeft ongeveer 4.000 medewerkers in dienst in acht grote locaties in Nederland (Terneuzen, Delfzijl en Dordrecht) en België (Antwerpen, Brussels, Tertre, Zwijndrecht en Seneffe), waaronder zes productielocaties die producten leveren aan klanten in sectoren zoals consumer care, infrastructuur en verpakkingen.

Op de locatie van Dow Terneuzen (hierna Dow) opereren drie stoomkrakers op wereldschaal. Deze krakers zijn uiterst belangrijk voor de chemische industrie. Hier worden namelijk grondstoffen gekraakt tot high value chemicals (HVC) zoals ethyleen en propyleen, zogenaamde olefinen. Olefinen zijn bouwstenen voor diverse, veelgebruikte producten zoals flexibele en stugge voedselverpakking, meubels en beddengoed, schoenen, isolatiemateriaal, gezondheids- en hygiëne producttoepassingen, infrastructuur en andere maatschappelijk onmisbare producten.

1.2 Aanleiding

Olefinen zijn een belangrijk onderdeel van de chemische industrie omdat ze bouwstenen zijn van basismaterialen voor maatschappelijk onmisbare toepassingen.

De meest voorkomende manier van olefinenproductie is tegenwoordig stoomkraken waar lange koolwaterstofketens worden 'gekraakt' op hoge temperaturen tot kortere koolwaterstofketens. Hierbij wordt grotendeels gebruik gemaakt van fossiele grondstoffen. Bij het kraakproces komen tevens grote hoeveelheden CO₂ emissies en dus broeikasgassen vrij.

De oorspronkelijke ambities van de EU om de broeikasgas emissies in 2030 te reduceren met 40 % (relatief aan 1990) impliceren al een grote inspanning voor Dow om hun productie voort te kunnen zetten. Maar de EU heeft nu het voornemen om het doel te verhogen naar 55 % reductie in 2030. Dit impliceert een verdere reductie van de broeikasgas emissies van 43 % naar 61 % (t.o.v. 2005) voor alle bedrijven samen die onder de European Union Emissions Trading System (EU ETS) vallen. De verwachting is dat de kosten voor het uitstoten van CO₂ mee stijgen. Hierdoor zijn ETS plichtige bedrijven minder of niet meer competitief met bedrijven in landen waar minder strenge klimaatdoelen zijn opgesteld. Om toch competitief te blijven en tegelijkertijd te voldoen aan de klimaatdoelen, moet er op de lange termijn geïnvesteerd worden in baanbrekende nieuwe technologieën die uiteindelijk CO₂ vrije productie mogelijk maken.

Dow heeft het voornemen om koploper te zijn in de ontwikkeling en toepassing van deze nieuwe technologieën om zo CO₂ emissiereductie te bereiken conform de klimaatdoelen van de EU binnen de chemische industrie. Dow heeft voor dit doel het Multi-Generatie Plan opgezet, dat bestaat uit een innovatieve combinatie en toepassing van bestaande technologieën, maar ook het ontwikkelen van- en voorbereiden voor- toekomstige implementatie van nieuwe doorbrekende technologieën. Met dit project wil Dow laten zien welke positieve impact mogelijk is op de CO₂ emissies afkomstig van kraakprocessen.

Het Multi-Generatie Plan bestaat uit twee fasen. De scope van dit project en dus dit MER betreft de eerste fase genaamd Terneuzen 2030 (TNZ 2030). Fase twee omvat de periode na 2030 waarvoor nog nieuwe technieken in ontwikkeling zijn.

1.3 Reikwijdte en detailniveau

Dow heeft op 14 april 2021 haar voornemen tot het realiseren van het Terneuzen 2030 project meegedeeld aan het bevoegd gezag, DCMR. Bij deze mededeling heeft Dow haar voornemen toegelicht om te komen tot de reikwijdte en detailniveau ('Reikwijdte en detailniveau' kenmerk 125119/21-005.501 d.d. 6 april 2021, hierna 'NRD') van dit milieueffectrapport (MER). Het bevoegd gezag heeft 28 mei 2021 per email aanwijzingen gegeven voor het MER. Deze aanwijzingen zijn in bijlage I opgenomen, waarbij tevens is aangegeven op welke wijze en waar de gewenste informatie is verwerkt in dit MER.

1.4 Leeswijzer

Het MER is als volgt opgebouwd:

- hoofdstuk 2: beschrijft de motivering, achtergrond, inhoud en het relevante juridisch kader van het project;
- hoofdstuk 3: beschrijft de referentiesituatie;
- hoofdstuk 4: beschrijft de voorgenomen activiteit;
- hoofdstuk 5: beschrijft de alternatieven en de afweging tussen alternatieven;
- hoofdstuk 6: beschrijft de onderzochte milieueffecten van het project;
- hoofdstuk 7: geeft een samenvatting van de afweging en milieueffecten;
- hoofdstuk 8: beschrijft de kennisleemten, en monitoring en evaluatie.

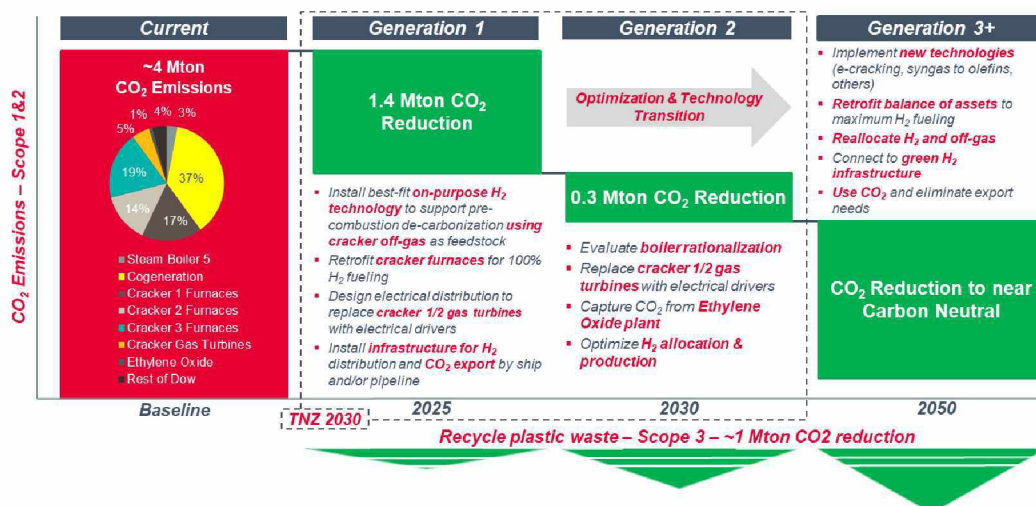
VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN JURIDISCH KADER

2.1 Projectbeschrijving Terneuzen 2030

Het TNZ 2030 project omvat de eerste fase van een lange termijn Multi-Generatie Plan¹ dat is ontwikkeld om nagenoeg alle CO₂ emissies te reduceren en Dow Terneuzen te veranderen in een CO₂ neutrale site. Het Multi-Generatie Plan is weergegeven in afbeelding 2.1. De technologieën in de tweede fase, na 2030, zijn nog niet beschikbaar, maar zijn wel van belang voor de keuzes die gemaakt moeten worden in de eerste fase (zwart gestippeld kader in afbeelding 2.1). De scope van dit MER is dus alleen de eerste fase.

De eerste fase bestaat uit het omzetten van reststromen methaan, wat nu als brandstof voor de krakers dient, naar waterstof en CO₂. Het waterstof vervangt dan het methaan als brandstof voor de krakers en de CO₂ wordt afgevangen en opgeslagen in buffertanks. Vanuit deze opslag wordt CO₂ met schepen van een derde partij getransporteerd om vervolgens geologisch te worden opgeslagen in lege (aardgas)velden in de Noordzee. De geologische opslag wordt uitgevoerd door een derde partij en maakt dus geen onderdeel uit van dit project en het MER. Daarnaast zal een relatief kleine CO₂ stroom van het ethyleenoxide productieproces worden afgevangen voor geologische opslag en zullen de gasturbines van de krakers 1 en 2 vervangen worden door elektromotoren. De vervanging van de gasturbines zal plaatsvinden tijdens de turnarounds van LHC2 en LHC1 gepland voor 2026/2027 respectievelijk 2028/2029. De procesaanpassingen en de gasstromen in de voorgenomen situatie zijn nader in detail beschreven in hoofdstuk 4.

Afbeelding 2.1 Gefaseerde aanpak in het Multi-Generatie Plan



¹ Het Multi-Generatie Plan bestaat uit meerdere generaties. De eerste fase, de scope van de NRD en dit MER, betreffen generatie 1 en 2. De term 'generatie' wordt intern gebruikt door Dow. In de NRD en het MER wordt de term 'fase' gebruikt.

2.2 Klimaatbeleid

In deze paragraaf wordt eerst een beschrijving gegeven van Dow's eigen klimaatbeleid en nationale en internationale beleidskaders met betrekking tot duurzaamheid. Bij elk beleidskader wordt aangegeven hoe TNZ 2030 hieraan bijdraagt.

Algemeen klimaatbeleid Dow Chemical Company

Klimaatverandering en plastic afval vormen de grootste technische, sociale en economische uitdagingen waar de wereld nu mee te maken heeft. Met een directe aanpak, door verantwoordelijkheid te nemen en samenwerkingen aan te gaan om nieuwe wetenschappelijke- en technologie gebaseerde oplossingen te creëren is het mogelijk om deze problemen aan te pakken. Dow gelooft dat zij met haar producten en technologieën een ideale positie heeft om hierin het voortouw te nemen en doet dit door te investeren in en het ontwikkelen van efficiënte lage emissie productieprocessen en het innoveren van onder andere het gebruik van afvalstoffen als grondstof voor het produceren van duurzame materialen.

Vanaf 1995 heeft Dow elke 10 jaar nieuwe duurzaamheidsdoelstellingen opgesteld. In 1995 waren deze gericht op het verbeteren van de operationele efficiëntie ('voetafdruk'). Hierop bouwend zette Dow vanaf 2005 in op het gebruik van haar producten en diensten om oplossingen te bieden aan de uitdagingen van klanten ('handafdruk'). Vanaf 2015 was samenwerking met gelijk denkende partners een belangrijke speerpunt om een positieve impact te maken ('blueprint').¹ Om verder leiderschap te tonen in verduurzaming, heeft Dow met betrekking tot klimaatverandering de doelstelling vastgelegd om in 2030, ondanks groei, haar jaarlijkse CO₂-uitstoot met 5 miljoen ton te verminderen ten opzichte van 2020 en tegen 2050 CO₂-neutraal te zijn.

Als onderdeel van Dow Chemical Company, heeft Dow Terneuzen meer dan 60 jaar ervaring met het produceren en werken met chemicaliën. Deze locatie is Dow's grootste productielocatie buiten de Verenigde Staten. Door de aanwezigheid van drie krakers heeft de site bovendien de grootste CO₂ uitstoot van alle Europese Dow locaties. Hier zijn veel werknemers in dienst met hoge technische vaardigheid en is er beschikking over een hoogwaardig onderzoekscentrum. Daarnaast beschikt het terrein over havenfaciliteiten, zodat afgevangen CO₂ per schip getransporteerd kan worden. Om deze redenen is deze locatie aantrekkelijk om een grote CO₂ reductie door middel van CO₂ afvang en opslag (CCS) te verwezenlijken.

Met het TNZ 2030 project wordt beoogd om in 2026 een netto CO₂ emissiereductie van ruim 1,4 miljoen ton (Mt) CO₂ per jaar te behalen bij de krakers door een groot deel van de methaan, die bij het kraken als bijproduct ontstaat en als brandstof ingezet wordt in de krakers, om te zetten in waterstof en CO₂ en de CO₂ af te vangen en op te slaan. Het zouden wereldwijd de eerste krakers zijn die volledig op waterstof kunnen werken. Dit doel sluit aan op de Strategic Energy Technology (SET) Implementation-plan Action 6². De realisatie vindt ruim plaats voordat e-cracking³ beschikbaar is en biedt een uitlaat voor de methaan die dan niet meer nodig is als brandstof voor de kraakfornuizen, maar nog steeds geproduceerd zal worden, ook wanneer in de toekomst andere grondstoffen worden toegepast zoals bionafta, synthetische nafta of grondstoffen gemaakt uit chemische recycling van plastic afval. TNZ 2030 legt hiermee het fundament voor toepassing van e-cracking na 2030. Om de beoogde netto CO₂ reductie te realiseren zal 1,7 Mt CO₂ per jaar afgevangen en opgeslagen worden. De netto reductie is lager omdat de productie van waterstof en het afvangen van CO₂ ook energie kost.

Tegen 2030 is het doel om de CO₂ emissies met netto 1,7 Mt per jaar gereduceerd te hebben door ook de gasturbines van de krakers te vervangen door elektromotoren en een kleine CO₂ stroom van de ethyleenoxide plant af te vangen en op te slaan.

¹ <https://corporate.dow.com/en-us/esg/report/environmental-performance/2025-sustainability-goals.html>.

² SET bevordert samenwerking tussen bedrijven, onderzoeksinstituten en EU landen om zo nieuwe technologieën te verbeteren en hun kosten omlaag te brengen.

³ Elektrificatie van krakers.

Een CO₂ reductie van 1,7 Mt komt overeen met een reductie van 43 % van de huidige jaarlijkse uitstoot van Dow in Terneuzen en 34 % van Dow's klimaatdoel voor 2030.

Met het TNZ 2030 project wordt de grondslag gelegd om in fase twee van het Multi-Generatie Plan, na 2030, nog grotere CO₂ emissiereductie te bereiken door gebruik te maken van nieuwe technologieën met de inzet van andere, duurzame energiebronnen. De uit de methaan geproduceerde waterstof, die dan niet meer nodig is als brandstof voor de kraakfornuizen, kan dan gebruikt worden voor de productie van CO₂ vrije elektriciteit of voor de productie van materialen door het gebruik van CO₂ of de CO die bij de productie van waterstof als tussenproduct gevormd wordt. In het laatste geval zal de noodzaak voor CO₂ opslag afnemen. Hiermee plaatst het Multi-Generatie Plan zich goed binnen de ambities van de EU en Nederland om CCS als een korte- tot middellange termijn oplossing te zien richting CO₂ neutraliteit. TNZ 2030 draagt zo dus bij aan industriële shift richting duurzame energie en toenemende elektrificatie. De bijdrage aan verschillende nationale en internationale beleidskaders is hieronder nader beschreven.

EU ETS

Het European Union Emissions Trading System (EU ETS) is het grootste systeem voor het verhandelen van uitstootrechten voor broeikasgassen ter wereld. Het werkt volgens het 'cap en trade' beginsel waarbij het plafond bepaalt hoeveel CO₂ uitgestoten mag worden. Doordat het plafond over de tijd daalt, wordt geborgd dat aan het Europese doel voor CO₂ reductie wordt voldaan en daarmee ook aan het Klimaatakkoord van Parijs. Bedrijven die onder het ETS vallen krijgen een beperkt aantal gratis emissierechten tot het niveau van de benchmark die bepaald wordt door de 10 % meest efficiënte installaties in de EU. Wanneer een bedrijf meer uitstoot dan het rechten heeft, moet het rechten aankopen, en andersom kan het rechten verkopen bij overschot. Hierdoor ontstaat er een markt met vraag en aanbod in emissierechten, en krijgt CO₂ een prijs. Bedrijven moeten dan afwegen wat economisch aantrekkelijker is voor hun: CO₂ uitstoten ten koste van emissierechten of emissie reducerende maatregelen nemen.

Met de realisatie van TNZ 2030 zullen de kraker CO₂ emissies ruimschoots beneden de huidige ETS benchmarkwaarde voor stoomkraken komen en zullen ook de EO CO₂ emissies significant verminderd worden.

Nederlandse Klimaatakkoord

Het klimaatakkoord maakt deel uit van het Nederlandse klimaatbeleid. De afspraken die een groot aantal verschillende partijen gemaakt hebben om de uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan zijn in dit akkoord vastgelegd. Het doel is om in 2030 de CO₂ met 49 % te hebben gereduceerd ten opzichte van 1990 en in 2050 moet dit zelfs 95 % zijn.

De industrie in Nederland levert belangrijke grondstoffen en producten, maar heeft ook een grote bijdrage aan de emissie van broeikasgassen. Daarom is het belangrijk om manieren te vinden om deze uitstoot te beperken. Het doel voor de industriële sector, zoals dat is opgesteld in het Klimaatakkoord, is een broeikasgasemissie reductie van 14,3 Mt in 2030 ten opzichte van 2015, bovenop de 5,1 Mt reductie die voorzien was zonder het Klimaatakkoord. Met een reductie van 1,7 Mt per jaar voorziet TNZ 2030 in een bijdrage aan het behalen van deze doelstelling van ca. 9 %.

2.3 Wet- en regelgeving

Om dit voornemen te kunnen uitvoeren zijn op grond van de Europese en lokale wet- en regelgeving vergunning(en) nodig. Deze paragraaf beschrijft kort samengevat de 'reguliere' toestemmingen die naar verwachting nodig zijn voor realisatie van het project.

2.3.1 Omgevingsvergunning milieu en MER-plicht

De **omgevingsvergunning milieu** is nodig omdat de inrichting wordt gewijzigd. De wijziging betreft uitbreiding/wijziging van een geïntegreerde chemische installatie en realisatie van CO₂ afvang ten behoeve

van ondergrondse opslag. De ondergrondse opslag zelf is uitdrukkelijk geen onderdeel van het project; de opslag zal worden uitgevoerd door een derde partij.

De voorgenomen activiteiten zijn mer-(beoordelings)plichtig op grond van het MER besluit. In Tabel 2.1 zijn de mogelijke categorieën aangeduid.

Tabel 2.1 MER categorieën

Cat	Beschrijving	Grenswaarde	Toelichting
C.8.3	De oprichting, wijziging of uitbreiding van een installatie voor het afvangen van CO ₂ -stromen met het oog op geologische opslag overeenkomstig Richtlijn 2009/31/EG (PbEG L 1400).	Indien de CO ₂ -stromen afkomstig zijn van onder onderdeel C van deze bijlage vallende installaties, of wanneer de totale jaarlijkse afvang van CO ₂ 1,5 megaton of meer bedraagt.	De CO ₂ is afkomstig van een geïntegreerde chemische installatie (categorie C21.6). De hoeveelheid is meer dan 1,5 Mton namelijk 1,7Mton/jaar.
C21.6	De oprichting van een geïntegreerde chemische installatie voor chemische basisproducten.	geen	Er is in de zin van het Besluit MER sprake van oprichting.
D8.3	De oprichting, wijziging of uitbreiding van een installatie voor het afvangen van CO ₂ -stromen met het oog op geologische opslag overeenkomstig Richtlijn 2009/31/EG (PbEG L 140).	Indien de CO ₂ -stromen afkomstig zijn van installaties, die niet onder onderdeel C van deze bijlage vallen.	Niet van toepassing. Er is sprake van CO ₂ afkomstig van installaties die onder onderdeel C vallen.
D21.6	De wijziging of uitbreiding van een geïntegreerde chemische installatie.	In gevallen waarin de verwerkingscapaciteit van de installatie toeneemt.	Niet van toepassing. De kraakinstallatie wordt weliswaar gewijzigd, maar de verwerkingscapaciteit neemt niet toe.

Toelichting C8.3

In deze categorie wordt verwezen naar de geologische opslag zoals bedoeld in richtlijn 2009/31 (in 2011 geïmplementeerd in Nederland). Deze richtlijn is gericht op geologische opslag van CO₂ en geeft verplichtingen tot wijzigen van onder andere de Mijnbouwwet, het MER-besluit en de RIE richtlijn.

Deze EU richtlijn is alleen bedoeld voor opslagen *die plaatsvinden binnen het grondgebied van de lidstaten, in hun exclusieve economische zones en op hun continentale platen (artikel 2 lid 1)*. Verder is in de richtlijn bepaald dat opslag niet is toegestaan buiten dit gebied (*artikel 2 lid 3*); dit verbod is geïmplementeerd middels een vergunningplicht voor de geologische opslag van CO₂. De reden om naast de opslagen ook de afvanginstallatie ten behoeve van de opslagen MER plichtig te maken is toegelicht in overweging 27 van de EU richtlijn:

‘Opslag van CO₂ is (alleen) mogelijk als het CO₂ wat betreft samenstelling voldoet aan de eisen van de exploitant van het opslagcomplex. De samenstelling van de CO₂-stroom worden geverifieerd voordat het CO₂ wordt geïnjecteerd en opgeslagen. De samenstelling van de CO₂-stroom is het gevolg van de procedés in de afvanginstallaties. Als gevolg van de opnemings van afvanginstallaties in Richtlijn 85/337/EEG moet een milieueffectbeoordeling worden uitgevoerd tijdens de procedure voor de afvangvergunning. De opnemings van afvanginstallaties in Richtlijn 2008/1/EG waarborgt verder dat de beste technieken ter verbetering van de samenstelling van de CO₂-stroom worden vastgesteld en toegepast.’

Het MER heeft dus tot doel om de kwaliteit van de CO₂ stroom te beoordelen in relatie tot de opslagvergunning. Er is voorzien dat de transport en opslag van CO₂ door Aramis verzorgd zal worden. De CO₂ moet derhalve aan de specificatie van Aramis voldoen.

Ondanks dat de geologische opslag geen onderdeel uitmaakt van het project zelf, is het afvang project wel MER plichtig, omdat opslag plaatsvindt binnen de territoriale wateren van de EU.

Toelichting C21.6

Deze categorie is van toepassing voor de productie van chemicaliën. In dit geval zou waterstof onder anorganische basischemicaliën (onderdeel b) vallen. Waterstof wordt in dit geval echter niet geproduceerd als een basisproduct, maar als brandstof met de bedoeling om CO₂ af te vangen. De kwaliteit van de waterstof is niet voldoende om deze stof als basischemicaliën te kwalificeren en in te zetten, hiervoor zou de zuiverheid >99,95 % ('industrial grade') moeten zijn.¹ De zuiverheid van de geproduceerde waterstof in dit project is met ruim 98 % dus niet toereikend om als basischemicaliën te kwalificeren en is zodanig alleen als brandstof in te zetten. Voor de volledigheid wordt ook deze categorie aangehouden voor de MER-plicht.

2.3.2 Richtlijn industriële emissies

De lidstaten van de Europese Unie (EU) worden door de Richtlijn industriële emissies (RIE) verplicht om activiteiten van grote milieubelastende bedrijven middels een vergunning te reguleren. De geplande fabriek valt onder deze richtlijn op grond van bijlage 1, categorie 4.2a: De fabricage van anorganisch-chemische producten, zoals gassen: ammoniak, chloor of chloorwaterstof, fluor of fluorwaterstof, kooloxiden, zwavelverbindingen, stikstofdioxiden, waterstof, zwaveldioxide, carbonyldichloride².

Volgens de Richtlijn moet bij vergunningverlening getoetst worden of de best beschikbare technieken (BBT) worden toegepast. De volgende BREF's zijn voor de voorgenomen ontwikkeling (mogelijk) relevant:

- BBT-conclusies in BREF Organische bulkchemie;
- BBT-conclusies in BREF Koelsystemen;
- BBT-conclusies in BREF Afgas- en Afvalwaterbehandeling;
- BBT-conclusies in BREF Op- en Overslag Bulkgoederen;
- BBT-conclusies in BREF Energie Efficiëntie;
- BBT conclusies in BREF Grote Stookinstallaties;
- BBT-conclusies in BREF Anorganische bulkchemicaliën (ammoniak, zuren en kunstmest) (LVIFC-AAF)
- BBT-conclusies voor de Afgasbehandeling in de chemische sector (nog in ontwerp, november 2019).

Bij het ontwerp van de nieuwe inrichting en de daar opgestelde installaties zijn de uitgangspunten uit deze BBT-conclusies in acht genomen, zodat het uitgangspunt is dat de nieuwe fabriek hieraan zal voldoen.

Bijlage II bevat een toetsing aan BBT van de nieuwe installaties.

2.3.3 Overige toestemmingen

Het besluit waarvoor het MER moet worden opgesteld betreft de Wabo vergunning, onderdeel milieu. Deze is nodig omdat de inrichting wordt gewijzigd. De wijziging betreft uitbreiding/wijziging van een geïntegreerde chemische installatie en realisatie van CO₂ afvang ten behoeve van ondergrondse opslag. Er zal een nieuwe heater worden geplaatst met een vermogen van ca. 75 MWth. De aanvraag voor de omgevingsvergunning milieu moet beschouwd worden als een melding voor deze installatie. De ondergrondse opslag zelf is uitdrukkelijk geen onderdeel van het project; de opslag zal worden uitgevoerd door een derde partij.

Onderstaand zijn de andere mogelijke vergunningen benoemd en wordt aangeduid of deze nodig zijn:

- de waterlozing zal wijzigen omdat een spui van de koeltorens op het oppervlaktewater zal worden geloosd. Een aanvraag voor wijziging van de watervergunning wordt dan ook ingediend;

¹ Feasibility study into blue hydrogen, Technical, economic & sustainability analysis, CE Delft, 2018.

² CO₂ valt niet onder een categorie.

- door aanpassing van de branders van de kraakfornuizen is de verwachting dat de NO_x vracht per saldo niet zal toenemen. Conform de wet natuurbescherming is een vergunning bij interne saldering niet nodig;
- voor de realisatie van de nieuwe installaties is een bouwvergunning nodig. Deze bouwvergunning zal in een later stadium worden aangevraagd, wanneer de engineering van de installaties verder gevorderd is. Er zal dan ook sprake zijn van een gefaseerde aanvraag, waarbij de milieuvergunning in fase 1 en de bouwvergunning in fase 2 zal worden aangevraagd;
- voor het bouwen in een zone waterkering wordt een watervergunning op grond van de keur aangevraagd op het moment dat voldoende gegevens over deze uitbreiding bekend zijn;
- daarnaast zal ook de CO₂ emissie vergunning (ETS) te zijner tijd worden gewijzigd.

Gezien het in werking treden van de Omgevingswet op 1 juli 2022 zal fase 1 worden aangevraagd en (conform het overgangsrecht) worden verleend onder het regime van de Wabo. Op basis van de Invoeringswet Omgevingswet treedt fase 1, in tegenstelling tot de bepalingen in de Wabo, in werking, als de Omgevingswet (ondertussen) van toepassing is geworden en fase 2 (bouwvergunning) nog niet is aangevraagd. Praktisch gezien betekent dit dat de bouwvergunning van dit project dan niet als een fase 2 zal worden aangevraagd, maar als een 'normale' bouwvergunning onder de Omgevingswet.

2.3.4 Mer procedure

Voor een MER bestaat een uitgebreide en een beperkte m.e.r.-procedure. Een uitgebreide m.e.r.-beoordeling is van toepassing indien sprake is van een of meerdere van de volgende situaties¹:

- er wordt gelijktijdig een omgevingsvergunning voor het afwijken van het bestemmingsplan aangevraagd en voor deze afwijking is tevens een MER of m.e.r. beoordeling benodigd;
- er wordt gelijktijdig met de activiteit ook een plan, zoals een bestemmingsplan, opgesteld;
- er moet een passende beoordeling op grond van de Wet natuurbescherming worden opgesteld.

Toetsing bestemmingsplan

De realisatie van de nieuwe installaties past binnen het bestemmingsplan (Beheersverordening Dow, Mosselbanken en Logistiek Park, NL.IMRO.0715.BVIDM-VG99, 2013-06-25).² Dat betekent dat de eerste twee redenen voor een uitgebreide procedure niet aan de orde zijn.

Toetsing passende beoordeling

Een passende beoordeling is vereist als significante milieugevolgen voor Natura 2000 gebieden ten gevolge van het project niet uitgesloten kunnen worden. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de gebruiksfase en de bouwfase.

Natura 2000

Natura 2000 gebieden in de omgeving van het voornemen zijn in onderstaande afbeelding opgenomen. Uit de afbeelding blijkt dat het Natura 2000 gebied 'Westerschelde en Saeftinghe' aangrenzend ten noorden van het terrein van Dow ligt (afbeelding 2.2).

¹ Zie artikel 7.24 Wet milieubeheer.

² https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0715.BVIDM-VG99/t_NL.IMRO.0715.BVIDM-VG99_index.html.

Afbeelding 2.2 Ligging Natura 2000 gebied



Een beschrijving van het gebied is gegeven in onderstaande kader:

De Westerschelde is de zuidelijke tak in het oorspronkelijke mondingsgebied van de rivier de Schelde. Het is de enige zeetak in de Delta waar nu nog sprake is van een estuarium met open verbinding naar zee. Het betreft een zeer dynamisch gebied, mede door de trechtervorm ervan, waarin het getijverschil naar achteren erg groot wordt. Het estuarium bestaat uit diepe en ondiepe wateren, bij eb droogvallende zand- en slikplaten en schorren. Onder de schorren langs de Westerschelde bevindt zich het grootste schorrengebied van ons land: het Verdrongen Land van Saeftinghe. Door het grote getijverschil bevat het Verdrongen Land van Saeftinghe zeer hoge oeverwallen en brede geulen. Buitengaats ligt de verzande slufte van de Verdrongen Zwarte Polder nog in het gebied. In het mondingsgebied is verder nog sprake van duinvorming bij Rammekenshoek, de Kaloot en op de Hooge Platen. Binnendijs liggen een aantal gebieden met aan het estuarium gekoppelde natuur: Rammekenshoek, Inlaag 1887, Bathse Kreek, Inlaag Hoofdplaat en Herdijkte Zwarte Polder.¹

Gebruiksfase

Mogelijke effecten in de gebruiksfase bestaan uit directe effecten zoals licht en geluid en indirecte effecten als gevolg van met name stikstofdepositie.

Gezien de relatief grote afstand tussen de nieuwe installaties en het Natura 2000 gebied is er geen aanleiding te veronderstellen dat er directe negatieve effecten zullen ontstaan ten gevolge van licht of geluid. Ook komen zij overeen en zijn niet te onderscheiden van de reguliere activiteit op het bedrijfsterrein.

In de gebruiksfase zal de NO_x uitstoot kunnen toenemen bij gebruik van waterstof in plaats van methaan als brandstof, omdat de vlamtemperatuur van waterstof hoger is². Daarentegen is de hoeveelheid lucht die nodig is voor het verbranden van waterstof kleiner dan bij methaan, waardoor het rookgasvolume kleiner zal zijn. Per saldo dus een hogere concentratie maar een kleiner debiet. Echter, door het toepassen van de nieuwste brander technologieën en omdat minder energie nodig is bij lagere luchtflow, verwacht Dow dat de stikstofvracht en depositie van stikstof niet toe zal nemen.³ De NO_x uitstoot ten gevolge van scheepsbewegingen zal door het transport van CO₂ wel toenemen maar de bijdrage is gering ten opzichte van de site en zal door het toepassen van walstroom tijdens het laden zoveel mogelijk beperkt worden. Doelstelling is dan ook om middels interne saldering van stikstof dit project te realiseren en de NO_x emissie te beperken tot de vergunde grenswaarden zoals in de vigerende vergunning Wet natuurbescherming en zullen er geen additionele negatieve gevolgen zijn voor de nabijgelegen Natura 2000 gebieden.

¹ <https://www.natura2000.nl/gebieden/zeeland/westerschelde-saeftinghe>.

² De vorming van NO_x neemt toe naarmate de vlamtemperatuur toeneemt.

³ Feasibility study into blue hydrogen Technical, economic & sustainability analysis, 2018, CEDelft.

Bouwfase

De bouwfase kan mogelijk significante effecten opleveren voor het Natura 2000 gebied. Op het terrein van Dow vinden regelmatig bouwprojecten plaats. Uit eerdere ervaring met bouwprojecten en de relatief grote afstand van ca 1,5 km tot aan het Natura 2000 gebied, schat Dow in dat de emissies in de bouwfase een ordegrootte kleiner zullen zijn dan die in de gebruiksfase zodat dus ook de realisatie van het Terneuzen 2030 project geen significante negatieve effecten zal hebben.

Per 1 juli 2021 is de nieuwe Wet stikstofreductie en natuurverbetering (Stikstofwet) van kracht. De wet maakt een gedeeltelijke vrijstelling mogelijk van de natuurvergunningplicht voor het aspect stikstof voor activiteiten van de bouwsector (bouwvrijstelling). Hoewel de voorwaarden voor deze vrijstelling voor bouwactiviteiten nog niet duidelijk zijn, is aangenomen dat van de bouwvrijstelling gebruik kan worden gemaakt.

Conclusie

Op basis van het voorgaande is de conclusie dat de verwachting is dat er geen significante gevolgen zullen optreden op het Natura 2000 gebied ten gevolge van de realisatie en exploitatie van het Terneuzen 2030 project dus is er geen passende beoordeling nodig. Een beperkte m.e.r. procedure volstaat.

REFERENTIE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

De milieutoestand van de referentiesituatie van Dow is beschreven in de aanvraag en vergunning van de Wabo revisievergunning d.d. 27/05/2008 (kenmerk 10013503/Wm.07.028/23) met herstelbesluit d.d. 23/03/2010 (kenmerk 10013503/Wm.07.028/23) voor het in werking hebben van de volledige inrichting. Dit hoofdstuk geeft een algemene beschrijving van de omgeving en de huidige situatie van de inrichting. Hierbij zijn op korte termijn geen autonome ontwikkelingen voorzien op de locatie.

Aanvullend is het zo dat Dow in het najaar van 2020 een aanvraag heeft ingediend voor een revisievergunning, onderdeel milieu, voor de gehele inrichting. Het voorliggende CO₂ reductieproject is daar nog niet in meegenomen. Op het moment van indienen van de aanvraag voor het CO₂- reductieproject is nog niet bekend op welk moment de nieuwe revisievergunning zal worden verleend. Om te voorkomen dat dit project geen onderdeel van de revisievergunning wordt, zal de aanvraag voor het CO₂-reductie project separaat ingediend worden (ten behoeve van toevoeging op de vigerende vergunning) als ook toegevoegd aan de aanvraag voor de revisievergunning.

3.1 Omgeving

De inrichting van Dow is gelegen op het Industry Park Terneuzen, een industrieterrein in de Nieuw-Neuzenpolder I. Op het Industry Park Terneuzen bevinden zich ook installaties Maschem, Ravago, Trinseo en Olin.

De inrichting ligt ten noordwesten van de woonkern Terneuzen, op ca. 3 km afstand. Ten oosten van de inrichtingsgrens bevindt zich de toegang tot de Westerscheldetunnel en is het Maintenance ValuePark gesitueerd. Op het Maintenance ValuePark zijn vooral firma's gevestigd die diensten leveren aan o.a. de bedrijven binnen en rondom de inrichting. Tevens zijn hier hoofdkantoren en nevenactiviteiten gevestigd van Dow en Trinseo (deze maken geen onderdeel uit van de inrichting).

In het zuiden wordt het terrein afgescheiden door de Lovenweg. Waar ruimte is zijn bosschages aanwezig als extra scheiding. Ten zuidoosten van de inrichting liggen vestigingen van derden, waaronder op dit moment Maschem en Indaver. Aan de zuidkant liggen ook vestigingen van derden, waaronder op dit moment Air Liquide, Ravago en de DECO-fabriek van Evides.

In het noorden en westen grenst de inrichting aan de Nieuw Neuzenweg. De Nieuw Neuzenweg is vanaf Poort 2 tussen het Industry Park Terneuzen en het Maintenance ValuePark afgesloten voor doorgaand verkeer. Achter de dijk langs de Nieuw Neuzenweg ligt aan de noordzijde de Westerschelde, waarin zich een laad-/lossteiger van Dow bevindt. Aan de westzijde bevindt zich achter de dijk de Braakmanhaven, waarin zich twee laad-/lossteigers van Dow bevinden.

Ten westen van de Braakmanhaven, op de Mosselbanken, is een LPG-opslaginstallatie van Dow aanwezig, welke tot de inrichting behoort. Buiten de inrichtingsgrenzen, ten zuiden en westen van de Braakmanhaven, bevindt zich een logistiek park met daarin een containerterminal met kadefaciliteiten van Katoen Natie, een (tweede) vestiging van Ravago en een tankenpark inclusief laad-/lossteiger van Oiltanking Terneuzen. In de noordoosthoek van de Mosselbanken bevindt zich een afsluiterpost ten behoeve van de

(product)transportleidingen die onder de Braakmanhaven naar Oiltanking Terneuzen gaan. Deze afsluiterpost behoort tot de inrichting.

Het gebied grenst aan de volgende gebieden:

- in het zuiden: Goessche polder, Hoek en de Koude polder;
- in het westen: Paulina polder (ten westen van de Mosselbanken);
- in het noorden: de Westerschelde;
- in het oosten: de Westerscheldetunnel en het Maintenance ValuePark.

Direct ten noorden van de inrichting bevindt zich het Natura-2000 gebied Westerschelde & Saeftinghe.

3.2 Activiteiten Dow

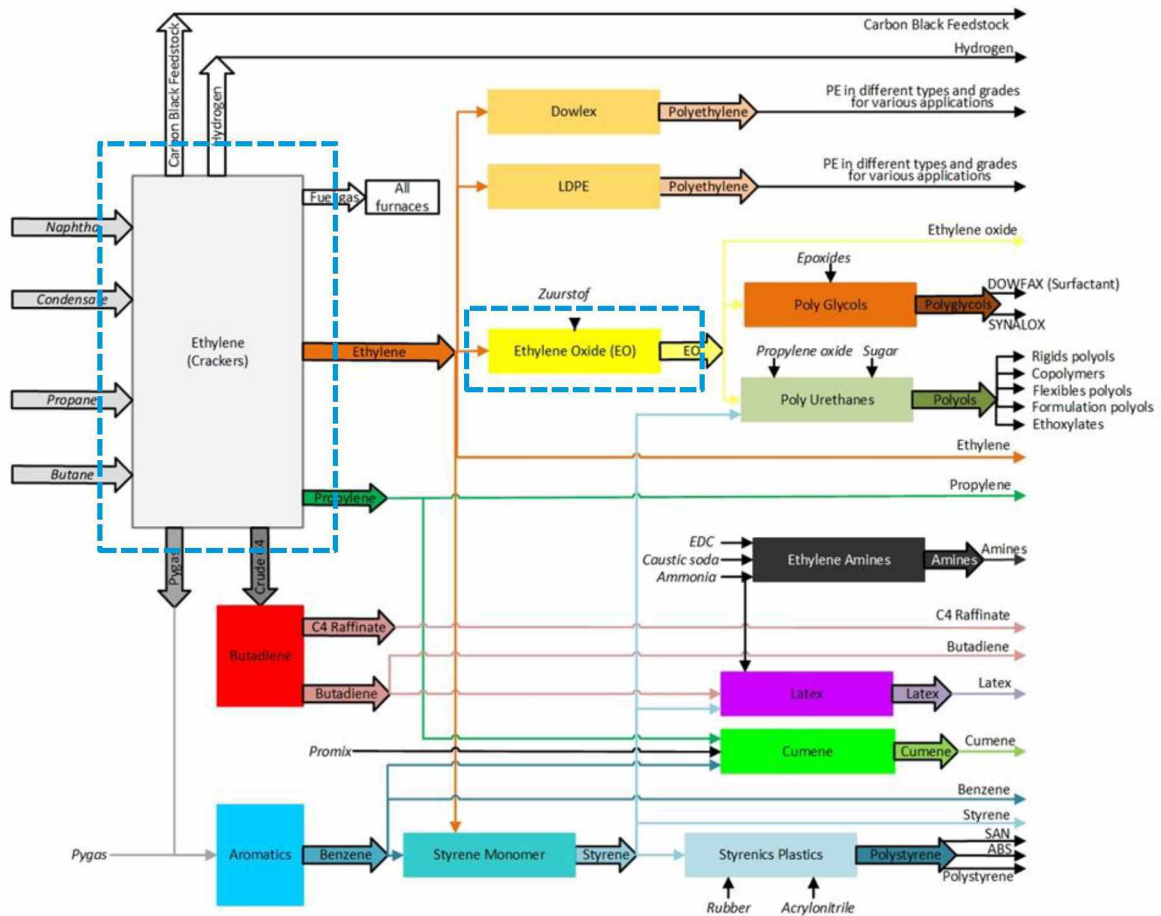
De inrichting van Dow Terneuzen is een groot petrochemisch fabriekscomplex, dat bestaat uit verschillende fabrieken waar verschillende producten worden geproduceerd. De producten vallen onder de organische basischemie en de polymeerchemie. Het hart van de inrichting wordt gevormd door de drie kraakinstallaties (LHC). Deze produceren de grondstoffen voor de overige fabrieken op de locatie. Een overzicht van de huidige fabrieken en hun onderlinge relatie is weergegeven in afbeelding 3.1. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat Trinseo en Olin ook op de locatie zijn gevestigd en mede vergunninghouder zijn, maar dat het voorgenomen project alleen 2E heeft op de installaties van Dow.

Stoom en elektriciteit worden binnen de inrichting zelf opgewekt in een warmtekrachtcentrale en boiler(s). De hiervoor benodigde brandstof is deels afkomstig van de krakers en wordt deels ingenomen als aardgas, zie afbeelding 3.2. Het benodigde water wordt in diverse kwaliteiten binnen en naast de inrichting geproduceerd en via een intern leidingsysteem verspreid. De inrichting beschikt tevens over een eigen afvalwaterzuiveringsinstallatie (BIOX) voor de behandeling van afvalwater. Verder zijn laboratoria aanwezig en proeffabrieken voor zowel product- als procesresearch. Daarnaast zijn er diverse werkplaatsen ingericht ten behoeve van onderhoud en er zijn opslagvoorzieningen, kantoorgebouwen en kantines gevestigd.

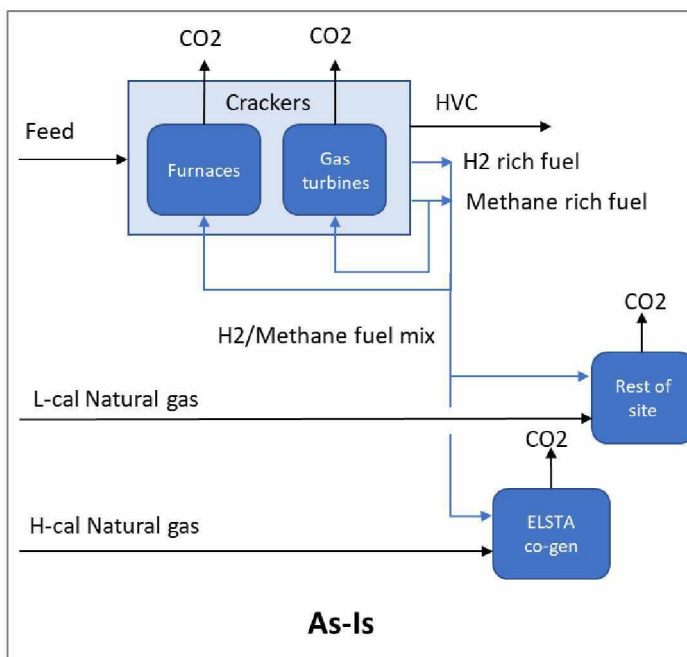
De afdelingen LHC en Power & Utilities leveren de voornaamste bijdrage aan de emissie van NO_x en CO₂, als gevolg van de verschillende verbrandingsprocessen in de fornuizen (LHC), gasturbines (LHC en P&U) en boilers (P&U). Daarnaast komt ook bij het ethyleenoxide productieproces een CO₂ rijke stroom vrij. De bijdrage van deze stroom aan de totale emissies van de site is echter relatief klein. De voornaamste emissiebronnen zijn weergegeven in afbeelding 3.2.

In afbeelding 3.1 is door middel van blauw gestippelde kaders aangegeven waar de voorgenomen aanpassingen zullen plaats vinden. Dit betreft de ethyleenfabrieken en ethyleenoxidefabriek. Daarnaast zijn aanpassingen nodig in de afdelingen Site Logistics en Power & Utilities om het project mogelijk te maken. De huidige activiteiten van deze fabrieken en afdelingen worden hieronder kort toegelicht. De voorgenomen veranderingen worden toegelicht in hoofdstuk 4.

Afbeelding 3.1 Relatie tussen de verschillende afdelingen binnen Dow, en niet-Dow afdelingen van Olin en Trinseo. De blauw gestippelde kaders geven de scope van voorgenomen activiteit weer



Afbeelding 3.2 Schematische weergave van de voornaamste brandstofstromen en CO₂ emissie bronnen op de site



3.2.1 LHC (Light Hydro Carbons) fabriekscomplex

Het Light Hydro Carbons fabriekscomplex (hierna: LHC) bestaat uit drie deelcomplexen: LHC 1 t/m 3 en omvat de ethyleen, aromaten en butadiëen fabrieken.

Ethyleenfabrieken

Er zijn drie ethyleenfabrieken. In de ethyleenfabrieken zijn 43 fornuizen aanwezig waar de grondstoffen (nafta en LPG) worden gekraakt tot High Value Chemicals (HVCs) zoals ethyleen en propyleen. De gasvormige (tussen)producten uit de fornuizen worden na het kraken gekoeld en gecomprimeerd. Vervolgens wordt het kraakgas gewassen met natronloog, gedroogd en gecondenseerd. De aanwezige koolwaterstoffen worden daarna op verschil in kookpunt (destillatie) van elkaar gescheiden waarbij ethyleen en propyleen ontstaat als product.

In de fornuizen wordt tevens hoge druk stoom geproduceerd voor gebruik in stoomturbines voor het aandrijven van diverse compressoren. In de meeste fornuizen wordt de stoom oververhit; in de ethyleen 1 fabriek zijn voor de oververhitting van stoom twee superheaters aanwezig.

In de ethyleen 1 en 2 fabrieken zijn daarnaast nog twee gasturbines gesitueerd voor de aandrijving van de propyleen koelcompressoren.

Naast ethyleen en propyleen ontstaan ook verschillende bijproducten: zware olie, crude C4, de-butanizer bottoms, pygas (pyrolysis gasoline) en fuelgas. Het fuelgas is een mengsel van waterstof en methaan en wordt gebruikt als brandstof voor de kraakfornuizen en superheaters¹; de methaanrijke stroom wordt als fuel gebruikt voor de gasturbines. Het overschot aan fuelgas wordt geëxporteerd voor gebruik in de warmtekrachtcentrale en diverse andere installaties op de site, waaronder de boilers.

3.2.2 Site Logistics (SL) en Power & Utilities (P&U)

Ter ondersteuning van de fabrieken op het Industry Park zijn o.a. de afdelingen Site Logistics (SL) en Power & Utilities (P&U) aanwezig.

Site Logistics HydroCarbons (SLHC) maakt deel uit van de afdeling Site Logistics en verzorgt de aan- en afvoer van vloeibare en gasvormige grondstoffen en producten voor met name de afdeling LHC, door middel van pijpleidingen, schepen en treinwagons.

De afdeling P&U wekt de binnen de inrichting benodigde stoom en elektriciteit op en zorgt voor de distributie van stoom, water, gas (lucht, stikstof, aardgas en fuelgas) en elektriciteit.

3.2.3 Ethyleen Oxide fabriek (EO)

In de EO-fabriek wordt ethyleenoxide geproduceerd uit ethyleen en zuurstof. Deze stoffen reageren bij verhoogde temperatuur en druk, onder invloed van een katalysator tot EO. De EO wordt door wassing uit het reactiegas verwijderd. In de destillatiesectie wordt de EO vervolgens weer uit het water verwijderd en gezuiverd.

Bij de reactie ontstaat ook CO₂ als (ongewenst) bijproduct. De CO₂ wordt door middel van absorptie en desorptie uit het reactiegas verwijderd. De waterdamprijke, CO₂-bevattende stroom wordt vervolgens naar een Regeneratieve Thermische Oxidator (RTO) gestuurd voor het omzetten van sporen ethyleen en methaan uit de carbonaatsectie in CO₂ en water en waar de CO₂ uiteindelijk wordt uitgestoten naar de atmosfeer; het resterende gas wordt teruggeleid naar de reactiesectie.

¹ Daar waar verder gesproken wordt over krakers, fornuizen en/of branders van LHC worden daar ook de superheaters mee bedoeld.

3.3 Relevante emissies naar de lucht

De relevante emissies naar lucht om te beschouwen bij de voorgenomen activiteit zijn CO₂ emissies en NO_x emissies.

De voornaamste bijdrage aan de emissie van CO₂ is reeds beschreven onder paragraaf 3.2. De verandering in CO₂ emissies ten gevolge van de voorgenomen activiteit is nader beschreven in paragraaf 6.3.

NO_x emissies komen vrij als gevolg van het stoken van gasvormige brandstoffen in diverse stookinstallaties binnen de inrichting. De belangrijkste bron van NO_x emissies is de afdeling LHC als gevolg van de verschillende verbrandingsprocessen in de fornuizen en de LHC-gasturbines. De verandering in NO_x emissies ten gevolge van de voorgenomen activiteit is nader beschreven in paragraaf 6.4.

Binnen het projectgebied van dit MER zijn verschillende maatregelen actief om de NO_x emissie te beperken. Om ervoor te zorgen dat bij aanpassingen aan deze installaties de NO_x emissies niet toenemen, zijn de NO_x emissie eisen een belangrijke voorwaarde voor het ontwerp van deze aanpassingen.

4

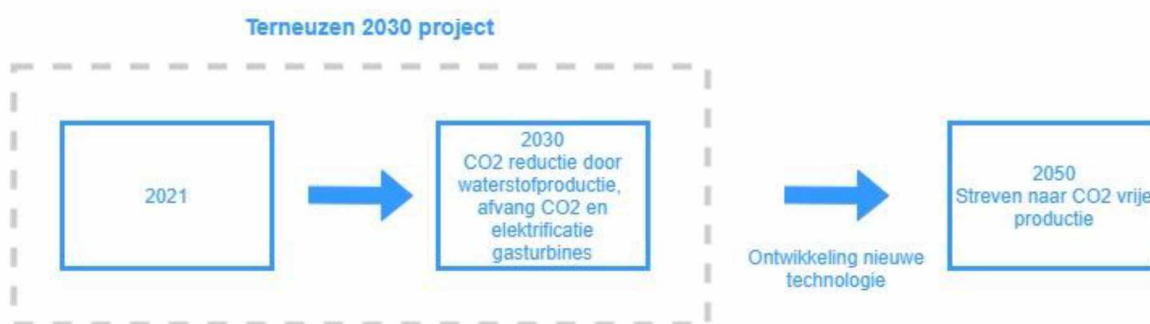
VOORGENOMEN ACTIVITEIT

4.1 Projectbeschrijving

Zoals in hoofdstuk 2 beknopt is beschreven is het TNZ 2030 project een tussenfase richting een CO₂ vrije locatie van Dow Terneuzen (afbeelding 4.1). In de eerste fase worden middels waterstofproductie uit methaanrijke stromen van de krakers en CO₂ afvang, emissies van CO₂ gereduceerd. Daarnaast worden de gasturbines van de krakers 1 en 2 vervangen door elektromotoren en zal een kleine CO₂ rijke stroom van de EO fabriek worden afgevangen en opgeslagen. De vervanging van de gasturbines is gepland tijdens de turnarounds in 2026/2027 en 2028/2029. De meeste fysieke aanpassingen zullen eind 2025 gereed zijn, zodat vanaf 2026 1.4 miljoen ton per jaar CO₂ reductie wordt gerealiseerd; tegen 2030 zal de CO₂ reductie 1,7 miljoen ton per jaar bedragen.

Parallel aan deze concrete stappen worden nieuwe technologieën ontwikkeld om de CO₂ emissies na 2030 verder te reduceren richting nul, zoals e-cracking, waarna het waterstof beschikbaar wordt als brandstof voor andere installaties of voor andere toepassingen. Fase 1 is dan ook een tussenstap naar het doel om CO₂ emissie volledig te elimineren door een combinatie van verschillende technologieën. Een deel van de te gebruiken technologieën na 2030 zijn nu nog niet beschikbaar of volop in ontwikkeling. De keuze van technologie in de eerste fase is van kritiek belang om te zorgen dat de keuze de implementatie van nieuwe technologie na 2030 niet in de weg staat doordat het een lock-in veroorzaakt of de investeringen in de eerste fase overbodig maakt, waardoor ze vervroegd afgeschreven moeten worden. Met de voorgenomen activiteit wordt aan die voorwaarden voldaan.

Afbeelding 4.1 Principe traject voor CO₂ emissie vrije productie met tussenstap Terneuzen 2030



Waterstofproductie en CO₂ afvang

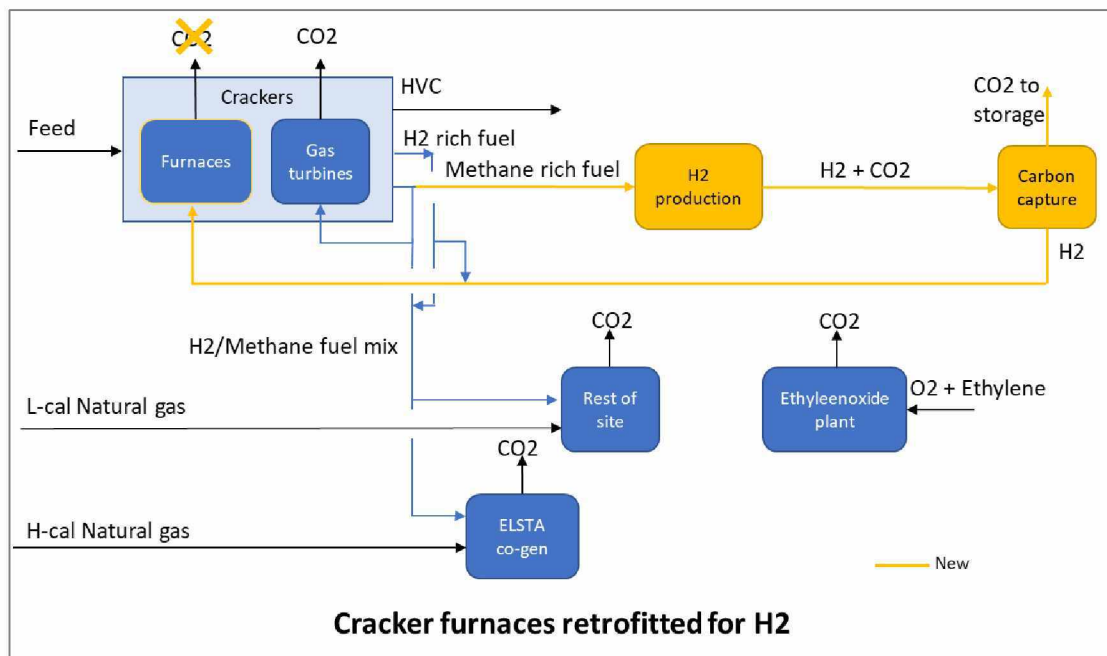
Op basis van een eerder uitgevoerde studie¹ van Dow, is gekozen om de emissies van de krakers te reduceren door de kraakfornuizen geschikt te maken voor het gebruik van waterstof als schone brandstof. Daarvoor zal het methaan dat nu gebruikt wordt als brandstof, omgezet worden in waterstof en CO₂ en zal de CO₂ afgevangen worden, vloeibaar gemaakt en opgeslagen in buffertanks. Vanuit deze tanks zal de CO₂ per schip vervoerd worden naar een terminal op de Maasvlakte.

¹ Hy2Zero, First phase towards Zero emissions Olefins Feasibility Study, Dow Benelux B.V, oktober 2020.

Vanaf de Maasvlakte wordt de CO₂ dan via een pijpleiding getransporteerd naar lege gasvelden in de Noordzee. Het transport en de opslag van de CO₂ gebeurt door een externe partij.

Deze voorgenomen activiteit faciliteert een netto CO₂ reductie van 1,4 Mt/j op de site van Dow Terneuzen vanaf 2026. Dit voornemen is weergegeven in afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.2 Schematische weergave van de aanpassingen voor H₂ gebruik in de kraakfornuizen

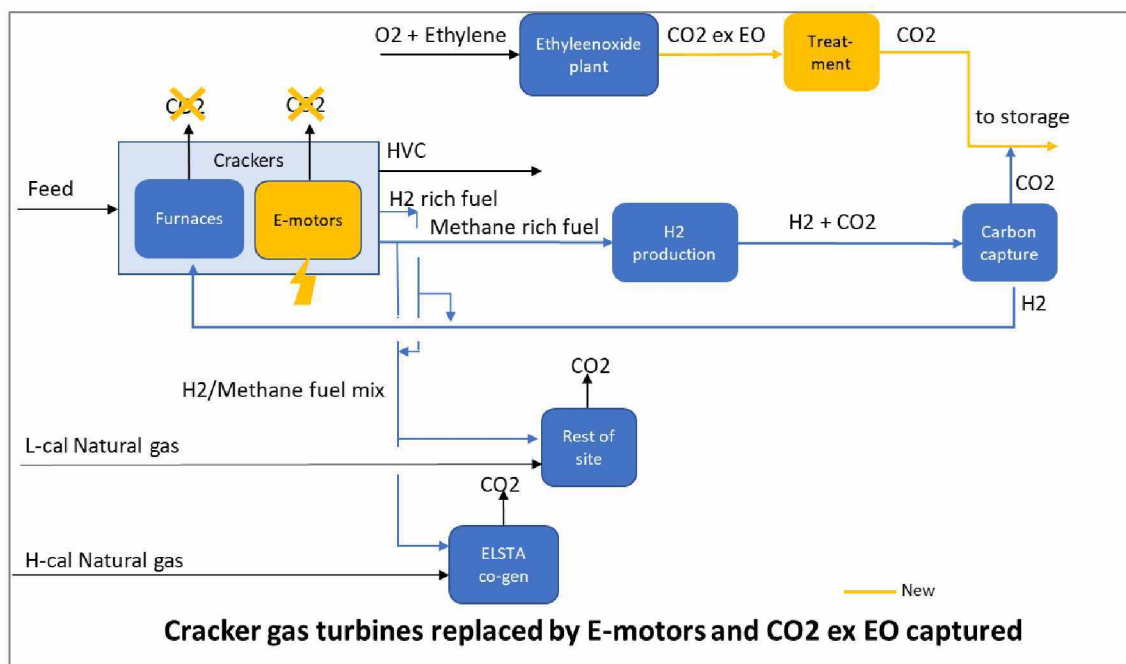


De productie van waterstof bedraagt ongeveer 210 kton per jaar; de hoeveelheid CO₂ die opgeslagen zal worden is ongeveer 1,7 miljoen ton per jaar.

Elektromotoren en ethyleenoxide CO₂ afvang

Tijdens de onderhoudsstop van 2026/2027 en 2028/2029 worden de gasturbines van krakers 1 en 2 vervangen door elektromotoren (afbeelding 4.3). In aanvulling wordt de CO₂ rijke stroom afkomstig van het ethyleenoxide productieproces afgevangen. Na scheiding van het water wordt de CO₂ gecombineerd met de CO₂ stroom van de waterstoffabriek zodat alles getransporteerd wordt naar opslaglocaties. Het doel van deze stap is om een verdere CO₂ reductie van 0,3 Mt/jaar te behalen over een tijdslijn van 2026-2030.

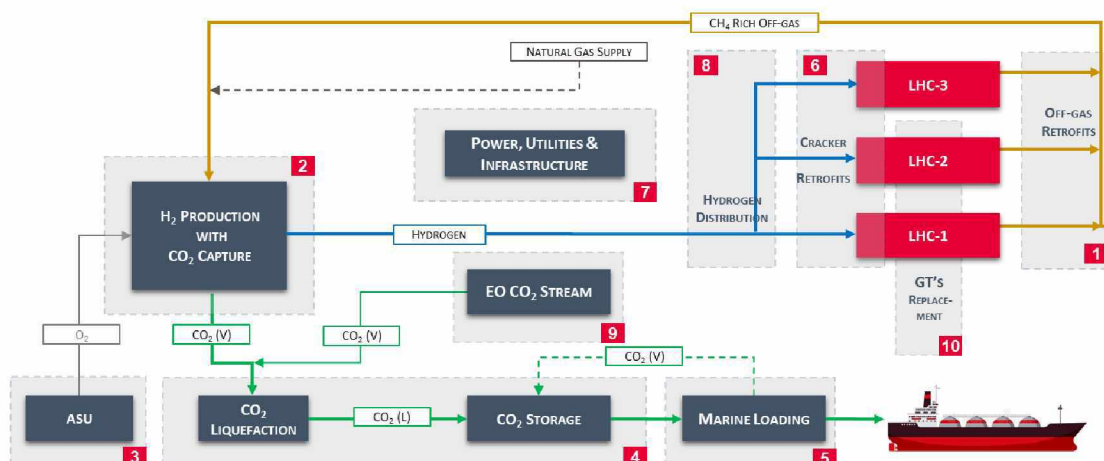
Afbeelding 4.3 Schematische weergave van elektrificatie van de gasturbines en afvang van de CO₂ van de EO fabriek



4.2 Voorgenomen aanpassingen en nieuwe situatie vanaf 2030

Een overzicht van de voorgenomen aanpassingen en nieuwe situatie is weergegeven in afbeelding 4.4. Een uitgebreide beschrijving van elke aanpassing is gegeven in paragrafen 4.2.1 t/m 4.2.8.

Afbeelding 4.4 Voorgenomen aanpassingen en nieuwe situatie vanaf 2030



Het project bestaat uit de volgende nieuwe installaties en aanpassingen aan bestaande installaties:

- 1 aanpassen van het kraker fuelgas collectiesysteem;
- 2 nieuwe installatie voor de omzetting van methaan naar CO₂ en waterstof, en afvang van CO₂;
- 3 nieuwe ASU (luchtscheiding) ten behoeve van zuurstof productie die nodig is voor de waterstof productie;
- 4 nieuwe installatie voor het comprimeren en vloeibaar maken van de CO₂ en nieuwe opslagtanks voor CO₂-opslag voorafgaand aan afvoer per schip;
- 5 aanpassen van de faciliteiten voor het laden van CO₂ vanuit de opslagtanks in schepen;
- 6 aanpassen van de fornuizen van krakers 1, 2 en 3 zodat ze op waterstof kunnen worden gestookt;

- 7 aanpassen van energie en nutsvoorzieningen infrastructuur aan de veranderende vraag naar energie- en nutsvoorzieningen als gevolg van voorgenomen project;
- 8 aanleg distributiesysteem van waterstof;
- 9 aanpassingen voor het behandelen van de CO₂ stroom van de EO plant zodat deze tezamen met de CO₂ van de waterstof plant opgeslagen kan worden;
- 10 vervangen van de gasturbines van kraker 1 en 2 door elektromotoren.

4.2.1 (1) Kraker fuelgas collectie systeem

De methaan- en waterstofrijke stromen die in de krakers worden geproduceerd, worden gescheiden in de coldbox van de ethyleen fabrieken. De lage druk methaanrijke stroom wordt direct vanuit de coldbox weggevoerd via een nieuwe leiding. De drie leidingen van de drie fabrieken worden samengevoegd tot één gemeenschappelijke leiding die naar de nieuwe waterstoffabriek gaat. Omdat de druk van het gas hoog genoeg is, zijn geen blowers of compressoren nodig om de methaanrijke stroom naar de waterstoffabriek te voeren.

4.2.2 (2) Waterstofproductie en CO₂ afvang

De methaanrijke stroom uit de LHC wordt omgezet naar waterstof en CO₂. Deze omzetting verloopt in twee stappen: eerst vindt oxidatie van methaan naar waterstof en CO plaats en vervolgens een watergas shift reactie van CO met water naar waterstof en CO₂. Hiervoor zijn meerdere technologieën beschikbaar die in hoofdstuk 5 worden besproken. In dat hoofdstuk wordt tevens geduid welke alternatief Dow zal realiseren.

De CO₂ wordt vervolgens gescheiden van de waterstof door de CO₂ te absorberen in een amine oplossing en de oplossing daarna te verwarmen of de druk te verminderen. De CO₂ wordt zo uit de amineoplossing gewonnen met een concentratie > 98 mol% CO₂ en < 2 mol% waterstof.

Hierna wordt de CO₂ gecomprimeerd, vloeibaar gemaakt en opgeslagen. Dit staat beschreven onder 4.2.4. De distributie van waterstof wordt beschreven onder 4.2.8. Er is geen opslag van waterstof.

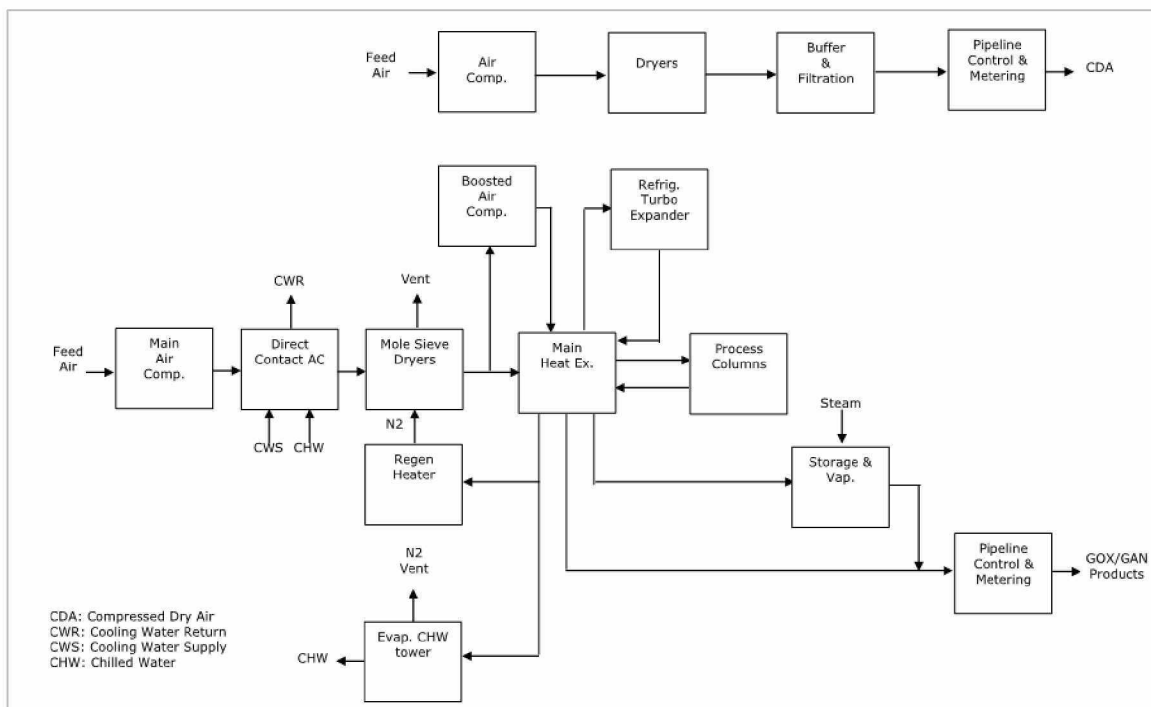
Nabij de waterstoffabriek wordt een nieuwe fakkel geplaatst. Deze zal normaliter niet nodig zijn bij het wisselen van de brandstof voor de kraakfornuizen (van restgas naar waterstof of andersom), maar alleen gebruikt worden bij irreguliere bedrijfssituaties zoals opstart- en stopprocedures en calamiteiten. Het affakkelen zal van korte duur zijn maar de capaciteit van de bestaande fakkels is niet voldoende om het affakkelen van de waterstoffabriek aan te kunnen als een kraker ten gevolge van een storing zelf ook moet affakkelen.

4.2.3 (3) ASU

De Air Separation Unit (ASU) of luchtscheider zal de waterstof fabriek voorzien van de benodigde zuurstof, stikstof en gecomprimeerde droge lucht. De ASU wordt zo ontworpen dat de capaciteit voldoende is om tevens zuurstof aan de bestaande EO plant te kunnen leveren en in de vraag naar stikstof en gecomprimeerde droge lucht van de gehele site te voorzien.

De ASU neemt omgevingslucht in. Vervolgens wordt deze lucht gecomprimeerd en vloeibaar gemaakt zodat de componenten in lucht te scheiden zijn op basis van hun verschil in kookpunt middels destillatie. Een blokdiagram van het proces is weergegeven in afbeelding 4.5.

Afbeelding 4.5 Blokdiagram van de processen in de ASU



4.2.4 (4) Comprimeren, vloeibaar maken en opslag van CO₂

De afgevangen CO₂ stroom wordt naar de compressie sectie geleid waar CO₂ wordt gecomprimeerd in een meertrapscompressor die voldoende druk levert om de CO₂ stroom naar katalytische oxidatie reactoren te leiden. Hierin wordt de resterende kleine concentratie waterstof (en mogelijke andere sporen verontreinigingen) met behulp van zuurstof van de ASU, omgezet in water en CO₂. Het water wordt uit de CO₂ stroom verwijderd door middel van dehydratie en teruggevoerd naar het amine wassysteem. De droge CO₂ stroom wordt verder gecomprimeerd tot ca. 80 barg. Bij deze druk condenseert CO₂ via een koelwater warmtewisselaar. De vloeibare CO₂ gaat dan naar een coldbox waar de CO₂ verder gekoeld wordt, flashed en gezuiverd wordt in een destillatietoren.

De CO₂ wordt opgeslagen in meerdere cryogene opslagtanks met een totale opslagcapaciteit van 20.000 m³.

4.2.5 (5) CO₂ belading

Vanuit de opslag wordt CO₂ verpompt naar het Ocean Dock in de Braakmanhaven en verladen in 12.000 m³ tankerschepen. Hiervoor wordt de bestaande steiger uitgebreid met een extra ligplaats en wordt een laadarm en dampretour leiding geïnstalleerd om dampen die worden verdrongen of geproduceerd tijdens verladen te verzamelen en nogmaals te verwerken. Tijdens het laden wordt gebruik gemaakt van walstroom.

Zodra de tankerschepen zijn geladen, varen deze naar de terminal op de Maasvlakte voor verder transport naar de geologische opslaglocatie. Voor de afvoer van 1,7 miljoen ton CO₂ per jaar zijn ca. 140 scheepsbewegingen nodig.

4.2.6 (6) Kraakfornuizen

In de drie ethyleenfabrieken zijn 43 kraakfornuizen. Het werkingsprincipe is hetzelfde voor alle fornuizen maar zij verschillen in aspecten zoals het type en aantal branders, inrichting van de convectie en radiatie

sectie, type en aantal coils en productie van wel of geen oververhitte stoom. De fornuizen beschikken gemiddeld over 70 branders per fornuis, zodat er sprake is van ruim 3.000 branders.

Omdat waterstof andere fysische eigenschappen heeft dan methaan, zullen de alle branders vervangen worden door nieuwe branders die ook geschikt zijn voor waterstof. Dit zullen minimaal low NO_x branders zijn, sommige ultra low NO_x branders. Vanwege de bestaande firing set-up (locatie en aantal branders) is het echter niet mogelijk om in alle fornuistypen ultra low NO_x branders te plaatsen en/of zijn deze nog niet commercieel beschikbaar. Er wordt wel trapsgewijze verbranding (staged combustion) toegepast. Interne rookgascirculatie is niet mogelijk vanwege de eigenschappen van waterstof en het daarmee samenhangende risico op backflash (verbranding van waterstof met zuurstof in de brander).

Daarnaast zal het gebruik van waterstof in plaats van methaan invloed hebben op de warmtebelasting in de convectie-en radiatie sectie, stralingstemperatuur en dauwpunt van het rookgas. Hiervoor kunnen mechanische aanpassingen in de fornuizen nodig zijn.

4.2.7 (7) Power Utilities en Infrastructuur (Power& Utilities)

De scope voor PUI betreft pijpleidingen voor de toe-en afvoer van nutsvoorzieningen en het onderling verbinden van de verschillende installaties binnen het TNZ 2030 project zoals de nieuwe waterstoffabriek, bestaande kraakfornuizen, nieuwe ASU, nieuwe CO₂ opslagfaciliteit en de faciliteit voor het laden van CO₂ schepen. De pijpleidingen bevatten de volgende proces- en nutsstromen:

- waterstof;
- CO₂;
- stoom en condensaat;
- methaanrijke reststromen van de krakers;
- zuurstof;
- aardgas;
- stikstof;
- instrumenten lucht;
- waterstromen (koeltoren make-up en blowdown, proceswater, bluswater, drinkwater, sanitair water en hemelwater).

Daarnaast zijn er nog een aantal andere aanpassingen noodzakelijk:

- nieuwe connecties bij het inkomend substation;
- nieuwe stroom distributie substations;
- nieuwe hoge voltage distributie kabels;
- glasvezel infrastructuur voor procescontrole en andere informatie voorzieningen;
- wegen;
- controlekamers;
- loodsen;
- kantoren.

4.2.8 (8) Waterstofdistributie

Elke ethyleenfabriek voert nu zijn lage druk methaanrijke stroom af naar een gezamenlijke stookgasheader. Alle fornuizen zijn verbonden met deze header en gebruiken de methaanrijke stromen als brandstof voor de branders om hitte te produceren voor het kraakproces.

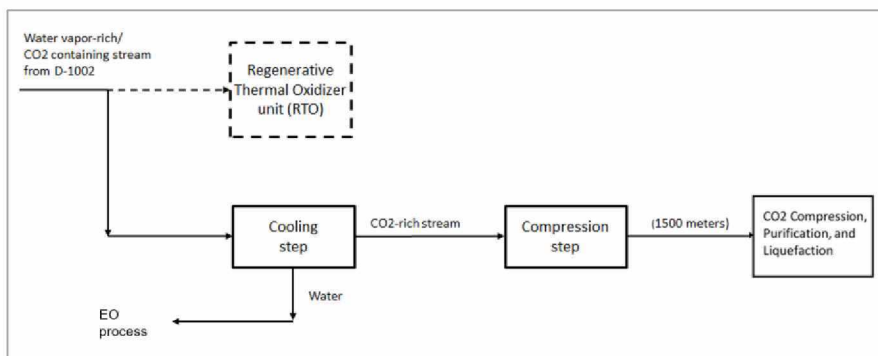
De waterstof uit de waterstoffabriek zal via een nieuwe leiding naar de LHC plants gaan en daar gesplitst worden in 3 afzonderlijke leidingen naar elk van de plants. Deze leidingen zullen intakken op de bestaande stookgasheaders.

4.2.9 (9) Behandelen CO₂ van de EO plant

Het voornemen is om de waterdamprijke, CO₂ bevattende stroom te koelen, om het water te verwijderen, te comprimeren en naar de CO₂ compressor te sturen die gebruikt wordt voor het comprimeren van de CO₂ van de waterstoffabriek, voor verdere compressie, zuivering, vloeibaar maken en opslag. De RTO is in principe niet meer nodig maar blijft nog wel in gebruik als back-up. Vervuilingen zullen uit de stroom verwijderd worden in de katalytische oxidatie reactoren beschreven in sectie 2.4.4. Het water dat uit de CO₂ stroom is verwijderd, wordt terug het proces ingevoerd. Het afvangen van de CO₂ van de EO fabriek is weergegeven in afbeelding 4.6.

De CO₂ reductie bedraagt circa 40 kt per jaar afhankelijk van het productieniveau van de EO fabriek en de performance van de EO katalysator.

Afbeelding 4.6 Blokdiagram van de CO₂ afvang van de EO fabriek



4.2.10 (10) Elektromotoren

Bij het TNZ 2030 project zullen de twee huidige gasturbines van LHC-1 en LHC-2 vervangen worden door twee elektromotoren van hetzelfde. Dit reduceert de CO₂ emissies met ruim 0,2 Mt/jaar. Daarnaast worden zo de NO_x emissies van de gasturbines geëlimineerd.

Het vervangen van de gasturbines door elektromotoren kan alleen uitgevoerd worden tijdens een turnaround. De vroegste gelegenheid is 2026 voor LHC-2 en 2028 voor LHC-1. Om de vervanging te realiseren zijn aanpassingen nodig op het gebied van mechanisch, civiel, structureel en bekabeling. Met de vervanging van de gasturbines zullen ook de afgassenketel en DeNO_x op de gasturbines verdwijnen.

4.3 Locatie

Om de reststromen methaan om te zetten naar waterstof en CO₂ en de CO₂ vervolgens af te vangen, zijn nieuwe installaties nodig. De nieuwe installaties worden geplaatst op het terrein van Dow in Terneuzen (afbeelding 4.7). Voor de keuze van de locatie voor de nieuwe installaties zijn de volgende factoren overwogen:

- voldoende beschikbare perceelruimte om nieuwe procesinstallaties te huisvesten zonder over meer dan één installatieblok te verdelen;
- vermijden of minimaliseren van sloop van overbodige activa of verplaatsing van aanvullende activa zoals opslaggebouwen;
- vermijden of minimaliseren van ondergrondse leidingen en nutsvoorzieningen;
- vermijden van de nabijheid van routinematig bezette gebouwen;
- minimalisatie van grondbewerking;
- minimalisering van bovengrondse pijpleidingverbindingen met bijbehorende processen.

Vanwege de omvangrijke ontwikkeling die al heeft plaatsgevonden op het terrein van Terneuzen is het aantal geschikte locaties voor de nieuwe installaties beperkt. Een criterium dat specifiek voor dit project een rol speelt is dat de locatie van de ASU niet te dicht bij de krakers mag staan in verband met de veiligheid.

Installaties voor waterstof productie, CO₂ afvang, compressie, vloeibaar maken en fakkel

Een belangrijke overweging om de CO₂-afvang, compressie- en vloeibaarmakingssystemen direct naast de installatie voor waterstofproductie te plaatsen is om een CO₂-dampfaseleiding met een grote diameter over het terrein te vermijden. Een andere reden is dat waterstof en andere inerte gassen uit de CO₂ stroom verwijderd moeten worden om aan de CO₂ specificatie voor opslag te voldoen. Hiervoor zijn Catox reactoren die zuurstof vereisen en moeten de lichte componenten weer teruggevoerd worden naar de amine absorbertoren. Ook moet het water en eventuele amine-overdracht worden gerecycled van vloeibaarmaking terug naar de CO₂ afvanginstallatie. Om deze activa samen te plaatsen, is een voetafdruk nodig van ongeveer 300 m bij 150 m.

ASU

Een vergelijkbare sleutelfactor is om ervoor te zorgen dat de ASU zo dicht mogelijk bij de installatie voor waterstof productie komt om zo de afstand van de zuurstofpijpleiding over de locatie te minimaliseren. De geselecteerde locatie zorgt ervoor dat de ASU en de installaties voor waterstof productie, CO₂-afvang, compressie en vloeibaar maken naast elkaar kunnen worden geplaatst. Een ander voordeel van het geselecteerde blok voor de ASU is dat dit blok momenteel wordt gebruikt als onderhoudsopslag- en laydown gebied waardoor volgens een eerste beoordeling slechts minimale groundbewerkingswerkzaamheden nodig zullen zijn. Locatieonderzoek naar de werkelijke bodemgesteldheid om de eerdere beoordeling te valideren, moet nog worden uitgevoerd maar dit wordt als een laag risico beschouwd.

Laden van schepen

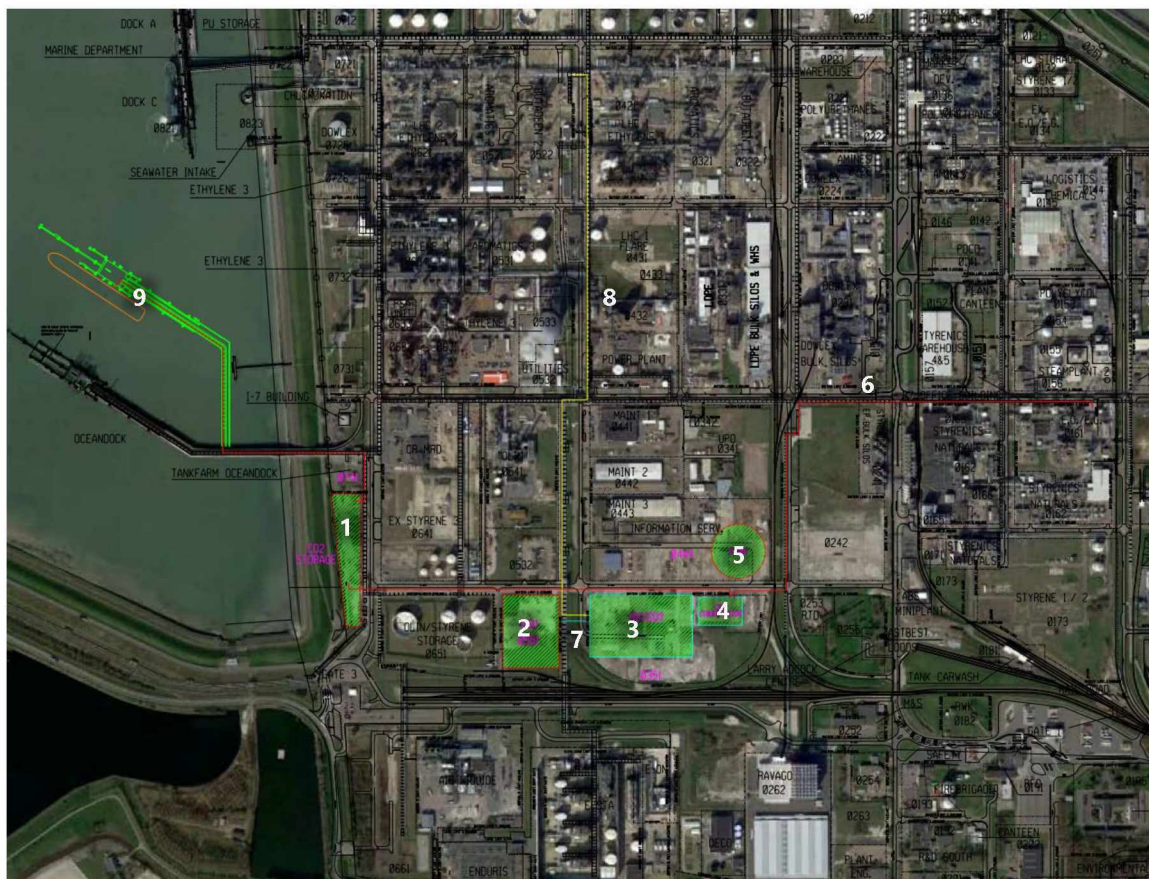
Voor de keuze van de locatie voor het laden van schepen met vloeibare CO₂ zijn een aantal factoren overwogen. De voorkeur om de bestaande Ocean Dock-steiger uit te breiden is vooral gebaseerd op het minimaliseren van de impact op het scheepvaartverkeer.

CO₂- opslag

Door de CO₂-opslaglocatie te situeren tussen de installatie voor het vloeibaar maken van de CO₂ en de steiger voor het beladen van CO₂ schepen is de te overbruggen afstand voor het transport van de vloeibare CO₂ en het retourneren van de damp die tijdens het laden wordt verplaatst, zo klein mogelijk. De ruimte bij de CO₂ opslag is onvoldoende om de installaties voor waterstofproductie, CO₂ afvang, compressie en vloeibaar maken te plaatsen.

Op basis van bovenstaande overwegingen zijn de volgende locaties gekozen (afbeelding 4.7):

Afbeelding 4.7 Voorgenomen locaties van nieuwe installaties



1. CO₂ **opslag**: cryogene opslag CO₂;
2. ASU: Luchtscheider om waterstoffabriek te voorzien van zuurstof;
3. H₂/CO₂: installatie voor waterstofproductie en CO₂ afvang;
4. CO₂ **vloeibaar maken**: installatie voor het comprimeren en vloeibaar maken van de CO₂;
5. Fakkels: Voor de waterstoffabriek;
6. CO₂ **transportleiding**: Rode lijn geeft de route aan voor het transport van CO₂ van de ethyleenoxide plant naar de installatie voor het vloeibaar maken van de CO₂ en voor het transport van de vloeibare CO₂ naar de locatie voor de CO₂ opslag;
7. **Zuurstofleiding**: Blauwe lijn geeft de route aan voor het transport van zuurstof van de ASU naar de installatie voor waterstofproductie;
8. **Fuelgas en waterstofleidingen**: Gele lijn geeft de route aan voor het transport van de methaanrijke stromen naar de installatie voor waterstofproductie en van waterstof naar de krakers;
9. CO₂ **belading**: Uitbreiding Ocean dock in Braakmanhaven voor het beladen van CO₂ schepen.

ALTERNATIEVEN

Om tot een voorkeursalternatief voor de afvang van CO₂ te komen, heeft Dow een verkennend onderzoek uitgevoerd naar drie mogelijke alternatieve technologieën voor afvang van de CO₂ emissies van de kraakfornuizen en/of de ELSTA WKK gasturbines. De technologieën die daarbij beschouwd zijn betreffen post-combustion CCS, pre-combustion CCS en oxy-firing. De alternatieven zijn beoordeeld op hun potentie om 1,4 Mt CO₂ of meer af te vangen, kapitaal- en operationele kosten, verlaging van CO₂ kosten, duurzaamheid en strategische fit met Dow's lange termijn plannen om CO₂ emissies tot nul te reduceren. De keuze voor pre-combustion CCS, waarbij de CO₂ emissie van de kraakfornuizen wordt gereduceerd door de koolstof in de brandstof voor de fornuizen om te zetten in waterstof en CO₂ en de CO₂ af te vangen, is gemotiveerd in hoofdstuk 4.3 van de NRD, zie bijlage I.

Voor het produceren van de waterstof zijn drie technologieën (ATR, POx en SMR) beoordeeld op geschiktheid voor Dow. SMR (steam methane reforming) is na initieel onderzoek uitgesloten van verder onderzoek omdat dit onderzoek heeft getoond dat de kapitaalskosten en het energieverbruik om meer dan 95 % van de CO₂ af te vangen erg hoog zijn. Dit is omdat voor SMR een groot fornuis nodig is om de warmte op te wekken die voor de reactie nodig is. Om tot een CO₂ afvang > 90 % te komen moet ook de CO₂ in het rookgas uit het fornuis afgevangen worden door middel van post-combustion afvang bij lage druk of een combinatie van post-combustion afvang uit het rookgas en hoge druk afvang uit de waterstof stroom. Dit hoofdstuk beschrijft daarom alleen het principe van de ATR en POx technologie, waarna een beoordeling en keuze volgt voor een technologie die als voorkeursalternatief (vka) wordt beschouwd gebaseerd op verschillende criteria.

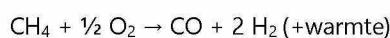
Luchtscheiding, CO₂ afvang¹, compressie en vloeibaar maken, opslag en verlading zijn welbekende technieken en daarom worden hierin in het MER geen alternatieven overwogen. Beschrijvingen hiervan zijn eerder gegeven in hoofdstuk 4.

5.1 Beschrijving waterstofproductie alternatieven

De volgende paragrafen beschrijven de beide technologieën in detail. De eerste initiële screening toont aan dat ATR een veel kleinere afvalwaterstroom produceert, een gedetailleerdere beschrijving van de milieustudies- en effecten zijn beschreven in hoofdstuk 6. Voor de gewenste netto emissiereductie van 1,4 Mt CO₂ per jaar voor de site kunnen beiden technologieën voldoende waterstof produceren op hoge zuiverheid (>98 %) en CO₂ afvangen op hoge concentratie (>95 %).

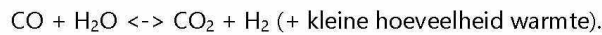
Partial Oxidation

Bij de POx-technologie reageert methaan met zuurstof (verkregen uit een luchtscheider) in de reactor voeding tot waterstof en CO. Deze reforming reactie vindt onder gecontroleerde omstandigheden (partiële oxidatie) plaats zodat het methaan niet volledig oxideert tot CO₂ en water.



¹ Er is nog overwogen om een andere CO₂ afvang techniek toe te passen. In bijlage I en de NRD is verwoord waarom deze techniek is afgefallen in de initiële onderzoeken van Dow.

Vervolgens vindt de watergas shift (WGS) reactie plaats waarbij CO met water reageert om CO₂ en meer H₂ te vormen:

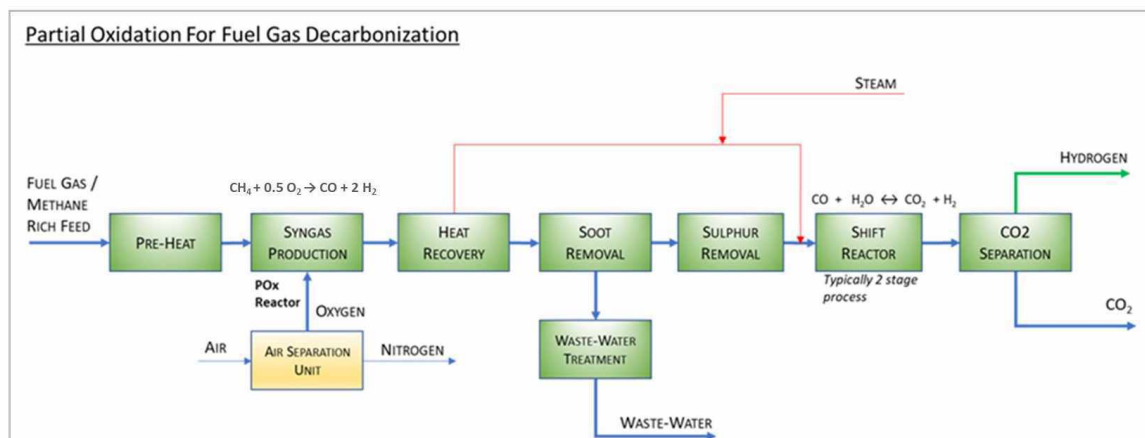


In de POx reactor wordt syngas geproduceerd middels interne oxy-firing, een reactie die wordt gevoed met zuurstof. De reforming reactie vindt plaats *zonder katalysator* en de voeding is watervrij (er wordt wel water gevormd door verbranding van H₂). In vergelijking tot de ATR vereist POx ca. 15 % meer zuurstof en produceert het syngas met een lagere H₂: CO ratio. Hierdoor is er meer stoom vereist bij de WGS reactie om de H₂ opbrengst te maximaliseren. De totale stoomvraag is netto wel lager omdat meer O (voor CO₂) uit zuurstof wordt geleverd in plaats van uit water. Hierdoor is ook de waterstofproductie lager (immers een deel van de waterstof komt uit het water). Verder ontstaat er meer roet dan bij ATR door de hogere reactietemperatuur. De roet wordt na de reactor met water uitgewassen. Dit resulteert in grote afvalwaterstromen die nabehandeling vereisen.

De oxidatie is een exotherme reactie waarvoor geen indirecte warmtewisseling noodzakelijk is. Door de hoge temperaturen binnen de reactor, hoeft hier geen katalysator toegepast te worden (er worden wel katalysatoren gebruikt voor de andere reacties). Via amine capture wordt het waterstof en CO₂ gescheiden.

Het proces van grondstof omzetten in waterstof en CO₂ is schematisch weergegeven in afbeelding 5.1.

Afbeelding 5.1 Procesdiagram POx technologie



Auto Thermal Reforming

Auto Thermal Reforming (ATR) is een waterstof productieproces dat plaats vindt via partiele oxidatie van koolwaterstoffen met zuurstof en stoom gevolgd door katalytische reforming. In principe vinden dezelfde reacties als bij POx en SMR plaats.

Om de katalysator in de reformer te beschermen worden eerst verontreinigingen die in de voeding kunnen zitten, omgezet en verwijderd. Het methaanrijke voedingsgas wordt vervolgens voorverwarmd in een separate process heater gestookt op waterstof van de ATR, voordat het de ATR-reactor binnenkomt en ondergaat gedeeltelijke oxidatie met toevoeging van zuurstof (verkregen via luchtscheiding) en stoom om syngas te produceren. Extra reforming wordt bereikt met behulp van een katalysatorbed in dezelfde reactor, waardoor de waterstof-opbrengst verder toeneemt. Een afvalwarmteketel wordt gebruikt om stoom te genereren voor export uit het proces. Tenslotte vindt in de shiftreactoren door toevoeging van extra stoom verdere omzetting plaats van de CO in CO₂ en waterstof.

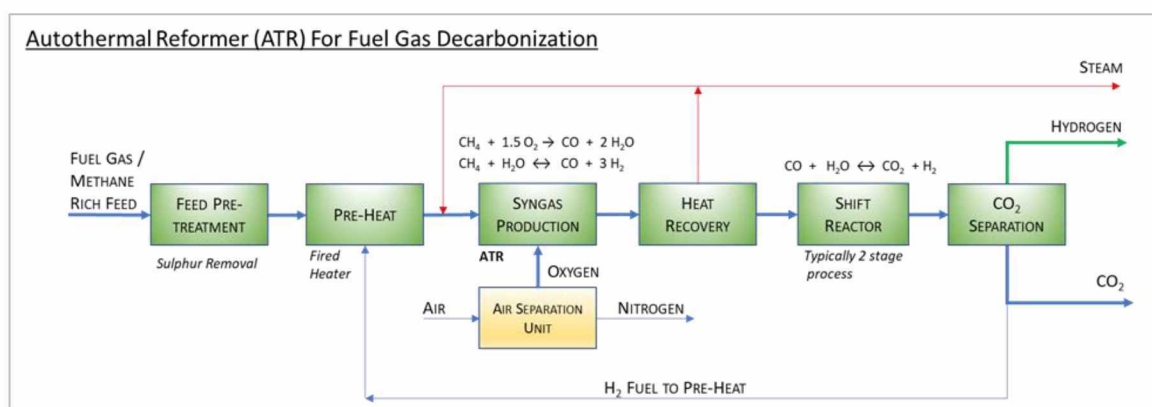
ATR-technologie heeft een efficiëntievoordeel ten opzichte van SMR omdat het verbrandingsproces dat nodig is om de nodige warmte voor de reforming reactie te produceren, zich aan de binnenkant van de apparatuur bevindt en zuurstof gebruikt in plaats van lucht. De interne oxy-firing elimineert het efficiëntieverlies van het verwarmen van overmaat lucht en stikstof welke bij SMR in het rookgas terechtkomt

en zorgt voor een hogere reactietemperatuur waardoor de hoeveelheid niet-gereageerd methaan wordt verminderd. De reforming reactie vindt plaats over een katalysatorbed in plaats van in buizen, waardoor het gemakkelijk kan worden vervangen en buisreparaties kunnen worden geëlimineerd. Meer dan 95 % van de CO₂ kan onder hoge druk worden afgevangen met één afvangstap en ook zonder PSA¹ wat resulteert in een lagere kapitaalskosten dan bij een SMR, ook al is een ASU vereist voor de zuurstoftoevoer. Verder heeft de grootste bewezen ATR reactor een grotere productiecapaciteit dan de grootste SMR reactor.

Het scheiden van waterstof van CO₂ gaat ook met gebruik van amines om de CO₂ te absorberen uit het mengsel. Waterstof wordt geproduceerd als een overhead van de absorber, terwijl de CO₂-rijke amine-oplossing wordt geregenereerd door de CO₂ uit de oplossing te verwijderen, waardoor amine continu kan worden gerecycled.

Het proces van grondstof omzetten in waterstof en CO₂ is schematisch weergegeven in afbeelding 5.2.

Afbeelding 5.2 Procesdiagram ATR technologie



5.2 Afweging waterstofproductie alternatieven

Dow heeft een gedetailleerde afweging gemaakt tussen ATR en POx op basis van bovenstaande beschrijvingen en gepatenteerde informatie van potentiële aanbieders. Alle vergelijkingen en afwegingen zijn gemaakt waarbij er rekening is gehouden met het gewenste CO₂ emissiereductie doel van 1,4 Mt/jaar. De resultaten van dit evaluatieproces zijn weergegeven in onderstaande tabel.

¹ Pressure Swing Adsorption.

Tabel 5.1: Samenvatting van voornaamste verschillen tussen ATR en POx

	Feed Conditioning	Methane Conversion	Post-Reaction Conditioning
ATR	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sulfur Removal ➤ Reforming of C2+ ➤ Steam Injection ➤ Compression to 32 bar 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Oxy-fired ➤ Catalyzed 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Steam Injection ➤ Minimal conditioning (+)
POx	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Minimal conditioning (+) ➤ Sulfur Injection ➤ Compression to 55 bar 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Oxy-fired ➤ Non-Catalyzed 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quench & Soot Removal (-) ➤ Waste Water Generation (-) ➤ By-Products to Incinerator (-) ➤ Sulfur Removal ➤ Saturation & Steam Injection
	Water-Gas Shift	CO ₂ Removal	Other
ATR	<ul style="list-style-type: none"> ➤ High H₂-to-CO Ratio <ul style="list-style-type: none"> ▪ Less shift required (+) ▪ High & Low Temp. Rxn 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No Steam Required (+) ➤ Low Pressure CO₂ Product 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Net Steam Export (+) ➤ ~30 major equipment tags
POx	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Low H₂-to-CO Ratio <ul style="list-style-type: none"> ▪ More shift required (-) ▪ High & Med. Temp. Rxn 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Steam-Driven Reboiler ➤ Low & Medium Pressure CO₂ Products (+) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Net Steam Import (-) ➤ Steam Let-Down Through Turbine ➤ ~40 major equipment tags

Op basis van de resultaten is ATR geselecteerd als het voorkeursalternatief voor Terneuzen. De volgende factoren zijn hierin beschouwd:

- **afvalwater volume en compositie:** De POx technologie heeft twee afvalwaterstromen: één van de afvalwaterbehandeling en één van de warmteterugwinning. Het afvalwater van de afvalwaterbehandeling heeft een maximaal debiet van 80 t/u en bestaat voor meer dan 99,95 wt% water met ppm niveaus methanol, NH₃, en sporen van waterstof cyanide en roet. Door het TOC niveau in deze stroom, moet het verwerkt worden in de zoute straat van de BIOX waarvoor de capaciteit verhoogd moet worden. Vanuit de zoute straat van de BIOX kan het dan geloosd worden naar de Schelde. Het afvalwater van de warmteterugwinning bestaat uit condensaat spui. Deze heeft een maximaal debiet van 5 t/u en bestaat uit 100 % water. Deze spui zou mogelijk hergebruikt kunnen worden als suppletiewater voor de koeltoren.

De ATR technologie heeft één afvalwaterstroom afkomstig van het ongestripte procescondensaat van de Shift reactor. Het ongestripte procescondensaat heeft een debiet van maximaal 7,5 t/u. Deze bestaat uit 98 wt% water, minder dan 1 % methanol en bevat sporen van CO₂, NH₃ en methaanzuur. Ook kunnen amines in minimale hoeveelheden (1 %) gevormd worden wanneer aardgas in plaats van methaan gebruikt wordt als voeding omdat het aardgas 1-2 % stikstof bevat. Door het TOC niveau moet deze stroom verwerkt worden in de zoute straat van de BIOX. Omdat het echter om een kleinere stroom gaat zijn hiervoor geen aanpassingen aan de zoute straat van de BIOX vereist.

De ATR zal naast het proces gerelateerde afvalwater ook een spuiroom van een koeltoren hebben van 26m³/uur. Of voor POx ook een koeltoren benodigd is, is niet nader onderzocht. Echter, de koeltorens spui is relatief licht vervuild water.

Vanwege de relatief grote afvalwaterstroom van het POx proces wordt de wateremissie als relevant onderscheidend milieuaspect beoordeeld. Er zal bij het POx proces een grotere vervuilde afvalwaterstroom vrijkomen en uitbreiding nodig zijn van de afvalwaterzuivering.

- **stoomverbruik:** Het ATR proces levert netto een aanzienlijke hoeveelheid stoom op (>50t/u) terwijl het POx proces netto stoom verbruikt (<30t/u). Om stoom te leveren voor het POx proces moet stoom elders op de site worden geproduceerd wat meer CO₂ emissies genereert.
- **volwassenheid van technologie:** Beiden technologieën zijn commercieel toegepast en worden als volwassen beschouwd. ATR is vaker én op grotere schaal toegepast dan POx. Zo is ATR toegepast met één trein bij capaciteiten boven 150 % van de beoogde capaciteit van Dow, terwijl POx nog niet is aangetoond op Dow's geplande schaal. Op basis van deze bevindingen, acht Dow het risico van de ATR technologie lager en dus geschikter dan POx voor TNZ 2030.

- **zwavel verwijdering:** Bij beiden processen is zwavel verwijdering van de reactor voedingen vereist. Bij ATR gebeurt dit voordat de voeding de ATR reactor in gaat om katalysator degradatie tegen te gaan. In het POx proces gebeurt dit voordat de voeding de shift reactor in gaat omdat zwavel voor de POx reactor wordt geïnjecteerd om coke formatie tegen te gaan.
- **thermische efficiëntie:** De totale energie efficiëntie van zowel ATR en POx zijn vergelijkbaar.
- **zoetwater verbruik:** In lijn met de grotere hoeveelheid afvalwater zal het zoetwaterverbruik bij POx aanzienlijk hoger zijn dan bij ATR. De beschikbaarheid van zoetwater is beperkt op de site van Terneuzen. Om toch te voorzien in voldoende zoetwater voor POx zou er dus meer kosten aan verbonden zijn.
- **plotruimte:** ATR heeft minder unit operations en warmtewisselaars nodig. Als gevolg is er minder plotruimte vereist.
- **NO_x productie:** Beide processen voldoen aan de NO_x emissie grenswaarden.
- **operationele kosten:** Op basis van beschikbare informatie zullen de operationele kosten voor beide technieken vergelijkbaar zijn.
- **kapitaalkosten:** Zoals bij de operationele kosten, zijn de kapitaalkosten eveneens vergelijkbaar.

In tegenstelling tot wat eerder als verwachting is beschreven in de NRD, blijkt nu uit de eerste onderzoeken dat er geen onderscheidend vermogen is in milieueffecten tussen de alternatieven behalve voor water. De keuze tussen ATR en POx hangt dus niet af van de milieueffecten. Om het milieubelang volwaardig mee te laten wegen is het dus voldoende om alleen het effect van ATR t.o.v. de referentiesituatie te beoordelen.

5.3 Conclusie

In hoofdstuk 6 zijn de milieuaspecten van de voorgenomen activiteit, gebruikmakend van ATR technologie, nader onderzocht en vergeleken met de referentiesituatie. Gebaseerd op de huidige bekende en beschikbare informatie van de criteria in dit hoofdstuk en hoofdstuk 6 is bepaald dat ATR het meest geschikt is voor integratie op Dow Terneuzen. In dit MER wordt de voorgenomen activiteit, gebruikmakend van ATR technologie, dus behandeld als voorkeursalternatief. In hoofdstuk 7 is een samenvatting gegeven van de beoordeling van ATR en POx (dit hoofdstuk) en de milieuaspecten van ATR (hoofdstuk 6).

GEVOLGEN VOOR HET MILIEU VOORKEURSALETERNATIEF

Het doel van een MER is om de verwachte milieueffecten van een project in beeld te brengen door de milieugevolgen van de voorgenenomen activiteit (het voorkeursalternatief (vka)) en de referentiesituatie te beschrijven en tegen elkaar af te wegen met behulp van verschillende milieuaspecten. Eerst wordt een beoordelingskader opgesteld waarmee het vka en de referentiesituatie tegen elkaar afgewogen worden op basis van de milieuaspecten. Het doel is om een consistente, overzichtelijk rangschikkingsmethode te hanteren.

De voorgenenomen activiteit betreft het produceren van waterstof middels ATR en opvangen van de daarbij vrijkomende CO₂ middels pre-combustion CCS waarna het waterstof wordt gebruikt als brandstof in de krakers. Voor de productie van waterstof zijn er meerdere technologieën voorhanden. Op basis van een eerdere vergelijking (paragraaf 5.1-5.2) tussen de technologieën is gekozen om ATR als vka te beschouwen. Hierbij is uitgegaan van de beschrijving van de referentiesituatie in hoofdstuk 3 en het vka in hoofdstuk 4 en 5.

Zoals in hoofdstuk 5 is geconcludeerd, is er geen onderscheidend vermogen in milieueffecten tussen de twee alternatieven en zijn de milieueffecten insignificant behalve voor water. Het milieuaspect water voor de POx is al in detail behandeld in hoofdstuk 5. In tegenstelling tot wat er in de NRD is beschreven, dat het vka en het alternatief worden vergeleken op alle milieuaspecten, is het dus voldoende om alleen de effecten van het vka t.o.v. de referentiesituatie te beoordelen.

Na het opstellen van het beoordelingskader wordt telkens één milieuaspect behandeld per paragraaf die de volgende structuur volgt. Er wordt een beschrijving gegeven van de huidige milieutoestand. Hierna wordt samenvattend beschreven wat het effect van het vka is op de omgeving als dit alternatief wordt gerealiseerd. Daarna volgt een gemotiveerde beoordeling van het effect conform het beoordelingskader zoals beschreven in de NRD. Indien van toepassing zijn ook de maatregelen beschreven die worden genomen om de negatieve effecten te mitigeren. Voor meer details over de onderwerpen en informatie over de uitgevoerde onderzoeken, wordt telkens verwezen naar de respectievelijke bijlagen waar toepasselijk. De beschrijving van de effecten is afhankelijk van de beschikbaarheid en het detailniveau van de informatie over het milieuaspect en kan dus kwalitatief of kwantitatief zijn. Bij aspecten met een groter onderscheidend vermogen wordt een vergelijking tussen de referentiesituatie en het vka gemaakt en bij aspecten met een niet-significant onderscheidend vermogen volstaat een beschrijving van de effecten van het alternatief.

6.1 Beoordelingskader

De effectenbeoordeling vindt plaats volgens een drie-puntschaal beschreven in tabel 6.1. In hoofdstuk 7 wordt vervolgens een samenvatting gegeven van de beoordeling van de milieueffecten die zijn beschreven in dit hoofdstuk en de beoordeling van de criteria beschreven in hoofdstuk 5.

Tabel 6.1 Beoordelingskader milieueffecten voornemen

Beoordeling	Betekenis	Criteria
+	positief effect	de voorgenomen activiteit/alternatief heeft voor dit thema een merkbaar positieve invloed op het milieu
0	geen effect (neutraal)	de situatie wanneer de voorgenomen activiteit/alternatief gerealiseerd wordt blijft voor dit thema gelijk aan de referentiesituatie
-	negatief effect	de voorgenomen activiteit/alternatief heeft voor dit thema een merkbaar negatieve invloed op het milieu. Er kunnen maatregelen getroffen worden om de emissies of impact te beperken

6.2 Energie

Referentiesituatie

De primaire energie die binnen de inrichting wordt verbruikt bestaat voor ca. 70 % uit de restgassen (fuelgas) die in de krakers worden geproduceerd. Daarnaast wordt laagcalorisch aardgas gebruikt voor de site en hoogcalorisch aardgas voor de ELSTA warmtekrachtcentrale voor het opwekken van stoom en elektriciteit. Sinds 2020 is het ook mogelijk om stoom op te wekken met restgassen en aardgas in de nieuwe stoomketel 6. De geproduceerde stoom en elektriciteit worden gebruikt door de fabrieken en afdelingen binnen de inrichting. Daarnaast kan een overschot aan elektriciteit aan het externe elektriciteitsnet worden geleverd.

Het energieverbruik verdeeld naar de energiedragers geeft het volgende indicatieve beeld, gebaseerd op de gegevens van 2019:

- aardgas (laag calorisch) : 36 miljoen Nm³;
- aardgas (hoog calorisch) : 670 miljoen Nm³;
- restgassen (fuelgas) : 1.2 miljoen ton.

Het totale energieverbruik bedroeg hiermee 78 PJ LHV waarvan 57 % in de LHC voor de kraakfornuizen, superheaters en gasturbines, 38 % in P&U voor de opwekking van stoom en elektriciteit en 5 % in de overige fabrieken binnen de inrichting voor het opwekken van warmte.

Voorkeursalternatief

Bij realisatie van het voorkeursalternatief van TNZ 2030 waarbij waterstof wordt geproduceerd uit de methaanrijke stromen van de krakers is extra energie nodig voor de omzetting van het methaan in waterstof en CO₂ waaronder warmte voor het voorverwarmen van de reactorvoeding (hiervoor wordt een klein deel van de in de ATR geproduceerde waterstof gestookt in de process heater). Verder is energie nodig voor de ASU, het scheiden van waterstof en CO₂, CO₂ compressie en vloeibaar maken en CO₂ belading. Anderzijds komt door de exotherme reactie in de ATR, warmte vrij die benut kan worden voor het terugwinnen van de CO₂ uit amines en voor gebruik elders op de site. Daarnaast is ca. 6 % minder fuel nodig voor de kraakfornuizen doordat minder lucht nodig is voor het verbranden van waterstof dan methaan. Hierdoor zal echter ook minder warmte teruggewonnen kunnen worden uit de rookgassen voor productie van stoom.

Bij het vervangen van de gasturbines door elektromotoren wordt fuel bespaard maar is elektriciteit nodig voor de elektromotoren. Deze elektriciteit is beschikbaar door óf minder elektriciteit van Elsta WKK te verkopen óf extern te betrekken. Daarnaast zal geen stoom meer opgewekt worden in de afgassenketel op de gasturbines.

Bij afvang van de CO₂ uit de EO plant zal het fuel verbruik iets kunnen afnemen doordat de CO₂ rijke stroom niet meer verbrand hoeft te worden in de RTO maar dit effect is minimaal. Het elektriciteitsverbruik voor de fans, pomp en compressor is naar verwachting gelijk aan het huidige verbruik voor de RTO blowers zodat het elektriciteitsverbruik vrijwel gelijk zal blijven.

Het effect op het brandstof, stoom en elektriciteitsverbruik is weergegeven in tabel 6.2. Hieruit blijkt dat het brandstof gebruik vrijwel gelijk blijft; de toename in het energieverbruik is grotendeels toe te wijzen aan de

toename van het elektriciteitsverbruik (met name voor de nieuwe ASU, het comprimeren en vloeibaar maken van de CO₂ en de nieuwe elektromotoren ter vervanging van de gasturbines. In de stoombalans treden een aantal verschuivingen op waardoor de elektriciteitsproductie op de (condenserende) stoomturbines wat zal veranderen.

Tabel 6.2 Effect van het voorkeursalternatief op het energieverbruik (+ betekent toename verbruik, - is export)

Energieverbruik	Brandstof (PJ lHV)	Elektriciteit (GWh)	Stoom (kt/jaar)
ASU		+402 ¹	
ATR+CO ₂ -afvang	+6,2 ²	+155	-634
Compressie, vloeibaar maken		+237	
CO ₂ belading		+2 ³	
LHC kraakfornuizen	-1,9		+516
LHC elektromotoren	-4,2	+258	+585
P&U ⁴		+137	-467
EO	-0,0	+0	
Totaal fase 1	+0,1	+1191 ⁵	0

¹ dit is inclusief de elektriciteit voor het leveren van zuurstof, stikstof en gecomprieeerde droge lucht voor de rest van de site

² als grondstof en voor het opwekken van warmte

³ dit is inclusief walstroom

⁴ de verandering in de stoomvraag heeft gevolgen voor de elektriciteitsproductie op de (condenserende)stoomturbine

⁵ De verwachting is dat de warmtekrachtcentrale de komende jaren op dezelfde wijze geopeerd zal worden als nu, dat wil zeggen afhankelijk van de marktomstandigheden. Dit betekent dat minder elektriciteit aan het net geleverd kan worden en op termijn elektriciteit geïmporteerd afhankelijk van de ontwikkelingen met betrekking tot hernieuwbare elektriciteit.

Tijdens het ontwerpproces zal energie integratie van deze nieuwe installatie binnen de volledige Dow site een belangrijk aandachtspunt zijn. Optimalisatie van stoomuitwisseling is daarbij de belangrijkste parameter. Hiermee wordt invulling gegeven aan BBT conform de BREF energie efficiency.

Beoordeling voornemen

In vergelijking met de referentiesituatie neemt het energieverbruik in het voorkeursalternatief netto toe met ca. 8 PJ¹. Deze toename is grotendeels toe te wijzen aan de toename van het elektriciteitsverbruik.

Door de toename van het netto energieverbruik in de voorkeursvariant ten opzichte van de referentiesituatie wordt het milieueffect 'energie' voor de voorkeursvariant als (-) beoordeeld.

6.3 Klimaat en CO₂ emissies

De inrichting van Dow, Trinseo en Olin is verplicht deel te nemen aan het Europese emissiehandelssysteem. De inrichting beschikt over de benodigde vergunningen verleend door de Nederlandse emissieautoriteit (NEa) en rapporteert alle binnen de inrichting als gevolg van verbranding vrijkomende CO₂-emissies en de CO₂-procesemissies die bij de EO-fabriek vrijkomen. De CO₂-emissies onder het emissiehandelssysteem worden berekend middels afspraken vastgelegd in de door de NEa goedgekeurde CO₂ Monitoringsplannen,

¹ Hierbij is het energieverbruik in ELSTA voor de opwekking van de elektriciteit die nodig is voor het vka en minder opgewekt wordt in de stoomturbine aan het project toegerekend. Wanneer deze elektriciteit geïmporteerd wordt is het extra (finale) energieverbruik 4,3 PJ.

waarbij wordt uitgegaan van een volledige omzetting van de, in de brandstofstroom aanwezige koolstof, in CO₂. Deze berekende CO₂ emissies voor de emissiehandel worden tevens gerapporteerd in het milieujaarverslag van de inrichting.

Referentiesituatie

De totale emissie van de Terneuzen inrichting bedroeg in 2019 4,05 miljoen ton. De LHC en P&U leverden met 55 % respectievelijk 40 % de voornaamste bijdrage aan de emissie van CO₂, als gevolg van de verschillende verbrandingsprocessen in de kraakfornuizen van de LHC en de gasturbines in LHC en de ELSTA warmtekrachtcentrale. De procesemissie bij de EO-fabriek bedroeg 1 % met de resterende 4 % afkomstig van diverse verbrandingsinstallaties in de andere productieafdelingen.

Voorkeursalternatief

De CO₂ emissies in het voorkeursalternatief nemen vooral af doordat de krakers minder CO₂ emitteren ten gevolge van het gebruik van waterstof in plaats van de methaanrijke reststroom.

In de waterstoffabriek wordt ca. 95 % van de koolstof in de methaan voeding omgezet in CO₂. Hiervan wordt meer dan 99 % afgevangen. De methaan en CO die niet (verder) zijn omgezet worden met de waterstof meegevoerd (> 98 % zuiverheid) naar de kraakfornuizen waar de methaan en CO bij de verbranding alsnog in CO₂ worden omgezet en via het rookgas van de fornuizen geëmitteerd worden. Daarnaast is er nog een kleine emissie vanuit de heater die gebruikt wordt om de voeding naar de ATR reactor voor te verwarmen. De hoeveelheid CO₂ die opgeslagen wordt, bedraagt 1,7 miljoen ton per jaar.

Ten gevolge van het vervangen van de gasturbines in de LHC door elektromotoren reduceren de emissies met ca. 220 kton per jaar. De afvang van de procesemissie van de EO fabriek reduceert de emissies van de EO fabriek met ca. 40 kton per jaar (afhankelijk van het productieniveau van de EO fabriek en de performance van de EO katalysator).

Een vergelijking van de emissies in de referentiesituatie en het voorkeursalternatief is gegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Effect van het voorkeursalternatief op CO₂ emissies

CO ₂ emissies in MT/jaar	Voor	Na	Delta
LHC kraakfornuizen	1,92	0,48	-1,44
LHC gasturbines	0,22	0	-0,22
EO procesgas	0,04	0	-0,04
P&U ¹	1,63	1,63	-
Rest	0,24	0,24	-
ATR heater	-	0,01	0,01
Totaal	4,05	2,36	-1,69

¹ De verwachting is dat de warmtekrachtcentrale de komende jaren op dezelfde wijze geopereerd zal worden als nu, dat wil zeggen afhankelijk van de marktomstandigheden. Op termijn kan de elektriciteit geïmporteerd worden afhankelijk van de ontwikkelingen met betrekking tot hernieuwbare elektriciteit. Hierdoor nemen de emissies van de warmtekrachtcentrale in principe niet toe.

CO₂ verliezen bij de afvang van CO₂, het transport en de opslag

Bij het ontwerp van de installaties wordt het minimaliseren van CO₂ emissie door normale operatie of 'vluchtige' emissies meegenomen in de keuzes.

Daarnaast zullen passende onderzoeken naar de werking en betrouwbaarheid van de nieuwe installaties uitgevoerd worden om mogelijke uitval te modelleren en passende kosteneffectieve maatregelen in het

ontwerp op te nemen. De verwachting is dat de nieuwe installaties continu in bedrijf zullen zijn, met uitzondering van geplande turnarounds, en dat integratie met het fuelgas netwerk de flexibiliteit zal bieden om een individuele uitval van een kraker te kunnen ondersteunen.

Tijdens een turnaround van de waterstoffabriek en installatie voor CO₂ afvang, compressie en vloeibaar maken, zullen de krakers tijdelijk omschakelen en de methaanrijke reststromen verbranden. Dit is ook het geval wanneer de tankers voor het transport van CO₂ voor langere tijd uit de vaart zijn voor inspectie. In deze gevallen zal, zodra de bufferopslag vol is, de CO₂ geëmitteerd moeten worden. Deze situatie wordt zoveel mogelijk beperkt door indien mogelijk de onderhoudstop van de waterstoffabriek en inspecties van schepen te laten samenvallen. Wanneer de CO₂ over langere periode niet getransporteerd kan worden, zal de waterstoffabriek in capaciteit teruggaan of uit bedrijf genomen worden om de CO₂ emissies zoveel mogelijk te beperken.

De kans op CO₂ productie buiten de specificatie van de opslagvoorzieningen is minimaal. De krakers (die het brandstofgas produceren dat naar de H₂-fabriek wordt gevoerd) werken continu en stabiel en zijn niet onderhevig aan frequente overgangen die tot processtoringen kunnen leiden. In het geval dat de CO₂ niet voldoet aan de specificatie voor eindopslag zal de CO₂ afgeblazen worden in de atmosfeer omdat investering in grotere opslag en herverwerking van de CO₂ niet kosteneffectief is. Om te voorkomen dat CO₂ vrijkomt tijdens het aansluiten en laden van de tankers, wordt het CO₂ gas dat tijdens het beladen wordt verplaatst, teruggevoerd naar de opslag en opnieuw vloeibaar gemaakt (dampretoursysteem).

CO₂ verliezen tijdens transport per schip naar de Maasvlakte (boil-off), verwerking in de terminal op de Maasvlakte, transport per pijpleiding naar de opslagvelden en injectie in de opslagvelden is nog onbekend maar wordt verwacht minimaal te zijn (0,1 %). Vanwege de relatief korte afstand tot de terminal op de Maasvlakte zullen ook de CO₂ emissies van het schip minimaal zijn. De vervoerder schat de emissies op 10 kt per jaar gebaseerd op het gebruik van LNG.

Het risico dat de offshore opslag van derden niet beschikbaar is wordt beschouwd als klein. Er zullen meerdere opslagpartijen op de trunkline aangesloten worden en opslag vindt plaats in verschillende velden waarbij meerdere putten gebruikt kunnen worden zodat bij een probleem met een put, van een andere put gebruik gemaakt kan worden.

Het is belangrijk op te merken dat de faciliteit, wanneer deze eenmaal operationeel is, een netto reductie van meer dan 3.800 ton CO₂ per dag mogelijk zal maken en dat eventuele procesverliezen niet significant zijn ten opzichte van de besparingen. De CO₂-productie en -opslag zullen nauwgezet gemonitord en gecontroleerd worden in overeenstemming met de wettelijke vereisten, ook gezien de financiële impact van CO₂ emissies.

Beoordeling voornemen

In de referentiesituatie zijn de CO₂ emissies 4,1 Mt/j. In het voorkeursalternatief bedragen de CO₂ emissies 2,4 Mt/j. De emissies nemen dus af met 1,7 Mt/j.

Door de afname van de netto CO₂ emissies in het voorkeursalternatief ten opzichte van de referentiesituatie wordt het milieueffect 'klimaat en CO₂ emissies' voor de voorkeursvariant als (+) beoordeeld.

6.4 Stikstofdepositie

Referentiesituatie

Voor de berekening van de depositie voor dit project is gekozen om alle emissiebronnen binnen de inrichting op te nemen in het model. De volgende twee Wnb vergunningen vormen de basis voor de referentiesituatie:

- Vergunning van 28 november 2017, kenmerk ZK17000135 / 17026515 op grond van artikel 2.7, tweede lid van de Wet natuurbescherming voor continuering van de bestaande vergunde activiteiten binnen de gezamenlijke inrichting van Dow, Trinseo en Olin.

- Vergunning van 4 september 2017, kenmerk ZK17000054 / 17018739 op grond van artikel 2.7, tweede lid van de Wet natuurbescherming voor de realisatie van een nieuwe stoomboiler.
- Vergunning van 16 februari 2016, kenmerk 16002612/NB.15.109 voor continuering van de bestaande vergunde activiteiten binnen de voormalige inrichting van het voormalige Elsta B.V. (welke momenteel binnen de inrichting van Dow, Trinseo en Olin vallen).

In de referentiesituatie zijn zowel de NO_x emissies als de warmte-inhoud gelijkaardig aan beide Wnb vergunningen (ZK17000054 & ZK17000135). In deze situatie maken alle stookinstallaties gebruik van fuelgas, en staat de emissie van Boiler 6 op 0 kg NO_x/jaar en zijn de 3 gasturbines van de ELSTA WKK actief (cfr. ZK17000054/17018739).

De toelichting en het totaaloverzicht van de stikstofemissies voor de industriële processen voor de referentiesituatie is te vinden in AERIUS bijlage IIIB en IIIC.

De totale emissies in de referentiesituatie bedragen:

- 4.191 ton NO_x per jaar;
- 6.591 kg ammoniak per jaar.

De maximale depositie op Natura 2000 gebied Westerschelde & Saeftinghe bedraagt 2,76 mol/ha/jaar.

Voorkeursalternatief

Een totaaloverzicht van de NO_x emissies voor het voorkeursalternatief zijn opgenomen in bijlage IIIB. Hieronder wordt verder alleen nader ingegaan op NO_x emissies die wijzigen ten gevolge van het voorkeursalternatief.

Massastroom NO_x

Buiten de wijziging in het aantal emissiebronnen zal ook de massastroom van NO_x licht wijzigen door het toepassen van waterstof als brandstof. Bij de verbranding van waterstof zal de verbrandingstemperatuur hoger liggen dan wanneer fuelgas als brandstof wordt toegepast. Hierdoor zal de concentratie van NO_x in de stack toenemen. Het rookgasvolume zal daarentegen afnemen, waardoor de totale massastroom van NO_x nagenoeg gelijk blijft of zelfs lichtjes zal dalen.

Op de fornuizen van de ethyleen fabrieken van LHC, zal vanaf 2026 waterstof als brandstof worden ingezet. Hierop zullen de verschillende branders in de fornuizen moeten worden aangepast. Momenteel wordt in het model rekening gehouden met een gemiddelde NO_x concentratie van 138 mg/Nm³ voor de emissie van NO_x uit de verschillende fornuizen. Een overzicht van de rookgasvolumes en de NO_x massastroom, die een basis vormen voor het AERIUS model is gegeven in bijlage IIIA.

De vaarbewegingen en dus de emissies veranderen niet ten opzichte van de referentiesituatie, behalve voor CO₂ transport vanaf het Oceandock. Dit is in de AERIUS calculator gemodelleerd met de route over de Westerschelde richting de Noordzee met 'Olietankers, overige tankers GT: 10000-29999', 140 vaarbewegingen per jaar en een verblijftijd van 1 uur, hetgeen resulteert in 20.810 kg NO_x per jaar. De verblijftijd van 1 uur is voor het aan- en afmeren van de tankers, voor de rest wordt van walstroom gebruik gemaakt.

Totale emissies

Een overzicht van de emissies per bron en de bijbehorende locaties zijn te vinden in bijlage IIIA en IIIB. Een overzicht per sector voor de referentiesituatie en het voorkeursalternatief is opgenomen in tabel 6.4.

Tabel 6.4 Overzicht stikstof emissie per sector referentiesituatie en vka

Bron	Referentiesituatie		Voorkeursalternatief	
	NH ₃ (kg/j)	NO _x (t/j)	NH ₃ (kg/j)	NO _x (t/j)
Industriële processen	6.469	4.106	329	3720
Schepen		77		97
Mobiele werktuigen		4		4
Treinen		2		2
wegverkeer	122	2	122	2
Totaal	6.591	4.191	451	3.826

Boiler 6

In afwijking van ZK17000054/17018739 wordt in het AERIUS model Boiler 6 gelijktijdig met de drie gasturbines van P&U gestookt. Doordat een deel van de stikstofruimte vrij komt, door het wegvallen van Boiler 5 is via dit model meteen gecontroleerd of het bijstoken van Boiler 6 in combinatie met de drie gasturbines een extra toename in de stikstofdepositie oplevert. Uit de resultaten komt naar voren dat dit niet het geval is. Dow is voornemens om (los van dit TN2030 project) een wijziging van de Wnb vergunning aan te vragen om deze beperking in het gebruik van de stookinstallaties te laten vervallen.

Stikstofdepositie

Met behulp van de AERIUS calculator (versie 2020) is de stikstofdepositie berekend voor het voorkeursalternatief (zie bijlages IIIA en IIIB). Over het algemeen neemt de uitstoot van stikstof af door de aanpassingen, met als gevolg dat ook de depositie in alle betrokken natuurgebieden afneemt. De depositie is maximaal op Natura 2000 gebied Westerschelde & Saeftinghe en bedraagt 2,54 mol/ha/jaar.

Beoordeling

In tabel 6.5 is een vergelijking van de NH₃ emissies, NO_x emissies en de maximale stikstofdepositie gegeven van de referentiesituatie en het voorkeursalternatief.

Tabel 6.5 Vergelijking van de NH₃ emissies, NO_x emissies en de maximale stikstofdepositie op Natura 2000 gebied Westerschelde & Saeftinghe van de referentiesituatie en het voorkeursalternatief

	Referentiesituatie	Voorkeursalternatief
NH ₃ emissies (kg/j)	6.591	451
NO _x emissies (ton/j)	4.191	3.826
Stikstofdepositie (mol/ha/j)	2,76	2,54

Bij het voorkeursalternatief geldt dat er een afname van NH₃ emissies en NO_x emissies is en dat de stikstofdepositie in alle natuurgebieden en habitattypen afneemt. Daarmee wordt dit milieueffect voor het voorkeursalternatief beoordeeld als een positief (+) effect.

6.5 Externe Veiligheid

Referentiesituatie

De inrichting is een zogenoemde hoogdrempelinrichting onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen – 2015 (BRZO 2015). Voor de inrichting zijn de elementen van het veiligheidsbeheerssysteem zoals benoemd in de Seveso III richtlijn geborgd in het managementsysteem.

Het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) is van toepassing aangezien de inrichting onder het BRZO 2015 valt.

Door het college van burgemeester en wethouders van Terneuzen en het college van gedeputeerde staten van Zeeland is de veiligheidscontour 'Industriegebied Dow, Mosselbanken en Logistiek Park' vastgesteld. De inrichting van Dow, Trinseo en Olin valt binnen deze veiligheidscontour. De QRA voor de huidige situatie toont aan dat de risicocontouren niet buiten de veiligheidscontour valt.

Voorkeursalternatief

Er is een subselectie uitgevoerd op de grootste insluitsystemen van de voorgenomen activiteit gebaseerd op aanwijzingsgetallen. Voor twee insluitsystemen is een aanwijzingsgetal > 1 gevonden, namelijk de ATR reactor (2,40) en de restgas leiding (1,59). Hieruit volgt dat voor deze insluitsystemen is geen verdere berekening vereist als de afstand 117m respectievelijk 134 van het hek is.

De eerste conclusies aan de hand van deze subselectie zijn:

- er is geen extern veiligheidsrisico buiten het hek;
- er is geen extern veiligheidsrisico op de inrichtingsgrens (afstand tot inrichtingsgrens > 134 m);
- de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour zal niet buiten de veiligheidscontour vallen.

De externe veiligheidsanalyse zal volgen nadat de engineering fase verder vordert. De verwachting is dat er geen knelpunten zijn qua externe veiligheid zolang er geen grote hoeveelheden vloeibare koolwaterstoffen bijkomen (amines opslag is geen probleem).

Verder toont de QRA voor de ASU van Air Liquide uitgevoerd door Bilfinger kleine risicocontouren¹. Hieruit is de initiële conclusie dat de nieuwe ASU ook een minimaal extern veiligheidsrisico vormt.

CO₂ opslag

Naast de bovengenoemde insluitsystemen is er ook een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd naar de CO₂ opslagtanks. Hiervoor is uitgegaan van 5 bolvormige tanks met een inhoud van 4.000 m³ per stuk en een opvangbak ter grootte van 6.000 m³.

Voor het bepalen van de ligging van de individuele risicocontouren van de 5 opslagtanks ten opzichte van de huidige (goedgekeurde) Individuele Risico/Plaatsgebonden (PR)-contour van het terrein Terneuzen is gebruik gemaakt van de kwantitatieve risicobeoordelingstool SafetiNL versie 8.3. en de max PR= 10^{-6} contour afkomstig van de ruimtelijke ordening van de overheid (de zogenaamde 'Veiligheidscontour').

Wanneer de engineering verder gevorderd is en de locatie, grootte, procesconditie, afmetingen opvangbak definitief zijn vastgelegd, zal de beoordeling worden toegevoegd aan de huidige site QRA-studie en ter goedkeuring worden overlegd, voordat de operatie wordt gestart.

Deze studie is gebaseerd op gangbare modelleringspraktijken (HARI versie 4.2), het kan zijn dat op maat gemaakte CO₂-modellering wettelijk wordt voorgeschreven of vereist door het bevoegd gezag hetgeen de onderzoeksresultaten kan beïnvloeden. Tevens berust deze studie op worst-case aannames voor de faalfrequenties. Definitieve uitgangspunten zullen worden meegenomen in een nieuwe QRA als deze verder in de ontwerpfase zijn vastgesteld.

De risicocontouren van de inrichting zijn weergegeven in Afbeelding 6.1.

¹ Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA) Air Liquide Terneuzen, 21-12-2017.

Afbeelding 6.1 Risicocontouren Dow Terneuzen



Legenda:

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PR contours_Dow Terneuzen V7.28 8.3 Inrichting bereke
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0001 /AvgeYear
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1E-05 /AvgeYear
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1E-06 /AvgeYear
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1E-07 /AvgeYear
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1E-08 /AvgeYear
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PR Contours_Dow Terneuzen V4.30 8.3 Inrichting bereke
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SMEZ Contours Dow Terneuzen v4.30 8.3 Inrichting berek
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Veiligheidscontour Dow Terneuzen entities

Uitgangspunten

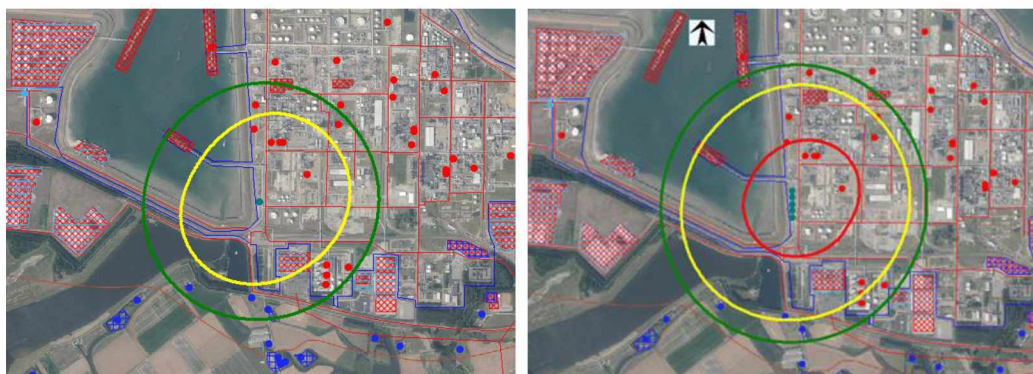
Bij deze beoordeling is de omtrek van een enkele bol gemodelleerd en de combinatie van de 5 bollen met elkaar. Basis voor het model is de bestaande bol FB851 met een faalfrequentie van (worst case):

- 5 E-7 voor totale breuk;
- 5 E-7 voor 10 min vrijgavescenario;
- 1 E-5 voor een lek van 10 mm.

Resultaten

In afbeelding 6.2 worden de risicocontouren voor respectievelijk een enkele en 5 opslagtanks weergegeven.

Afbeelding 6.2 Risicocontouren voor een enkele opslagtank (links) en 5 opslagtanks (rechts)



Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat de Individuele Risico $PR=10^{-6}$ contour van de vijf gecombineerde opslagbollen de huidige locatie $PR_{site}=10^{-6}$ niet overschrijdt. De contouren $PR=10^{-7}$ en $PR=10^{-8}$ overschrijden de overeenkomstige terreincontouren slechts in geringe mate.

Aangenomen wordt dat als de vijf CO₂ opslagtanks in het totale terreinmodel worden opgeteld dit zal resulteren in een kleine verschuiving van de PR-contouren, zonder dat de ruimtelijke criteria van de Veiligheidscontour worden overschreden.

De voorgestelde locatie van de opslagtanks is met betrekking tot procesveiligheidskwesties een zeer goede locatie; dit vanwege de relatief korte leidinglengtes van de fabriekslocatie naar de opslag en van de opslag naar het dokgebied voor het laden van de schepen/pontons. Ook de lage bezettingsgraad van het gebied met betrekking tot gebouwen is gunstig.

Beoordeling voornemen

De insluitsystemen in het voorkeursalternatief vormen geen extern veiligheidsrisico. De overschrijding van de risicocontouren is gering of komt niet voor in het geval van de $PR = 10^{-6}$ contour. Daarnaast maakt de lage bezettingsgraad en de korte leidingen de locatie zeer geschikt. Het voorkeursalternatief wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld voor het milieueffect Externe Veiligheid.

6.6 Luchtkwaliteit

Referentiesituatie

Naast de beschreven NO_x en CO_2 emissies vinden ook andere emissies naar lucht plaats. Om dit in kaart te brengen is in het kader van het revisietraject een luchtkwaliteitsonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek concludeert dat buiten de inrichting geen overschrijding plaatsvindt van de grenswaarden, zoals deze zijn opgenomen in de Wet milieubeheer.

ZZS

Bij diverse fabrieken en afdelingen vinden emissies naar lucht plaats van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). In het afgelopen decennium is de emissie van zeer zorgwekkende stoffen, afkomstig uit het proces, significant afgenomen. Waar procesemissies eerst voor 50 % bijdroegen aan de totaal emissie van ZZS is deze bijdrage gezakt tot 5 %. Deze daling is onder andere bereikt door het sluiten van bepaalde afdelingen, het plaatsen van nageschakelde technieken en procesoptimalisatie.

De laatste vijf jaar is de verdere reductie van ZZS afgevlakt. Deze daling wordt voornamelijk beïnvloed door de aard van de emissies. Bijna tweederde van de totale ZZS emissies is tegenwoordig opgebouwd uit diffuse emissies. In tegenstelling tot geleide emissies uit het proces kunnen diffuse emissies niet zomaar door een nageschakelde techniek worden behandeld. Minimalisatie en reparatie van lekverliezen (op basis van Milieu Monitor 15) maken daarom onderdeel uit van het managementsysteem.

Uit de berekening van de contouren volgt dat, voor alle ZZS, de immissiewaarden buiten de inrichting nergens de MTR waarden overschrijden. De contour van het verwaarloosbaar risiconiveau blijft voor de meeste ZZS stoffen binnen de inrichtingsgrens. Voor benzeen, butadien en ethyleenoxide ligt de contour van het verwaarloosbaar risiconiveau net buiten de inrichtingsgrens.

Lekverliezen

Voor de meeste grote afdelingen is een lekverliezenbeheersprogramma opgesteld waarin de bepaling van de lekverliezen, diffuse emissies en emissies bij op- en overslag van vluchtige organische koolwaterstoffen is vastgelegd conform het gestelde in de documenten 'Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag' en 'Meetprotocol voor lekverliezen' uit de rapportagereeks MilieuMonitor (nr. 14 en 15, maart 2004) van RIVM/MNP.

Voorkeursalternatief

In het voorkeursalternatief zijn geen additionele emissies, naast NO_x en CO_2 , naar lucht voorzien dan die in de referentiesituatie al worden geëmitteerd. Bij toepassing van amines voor de afvang van CO_2 voor verbranding (pre-combustion CCS) is er geen emissie van amines naar de lucht omdat er geen emissiepunt is in tegenstelling tot bij het afvangen van CO_2 na verbranding, waar een grote hoeveelheid rookgas dat in contact is geweest met een amineoplossing, in de atmosfeer wordt vrijgegeven. Als gevolg worden er ook geen nieuwe ZZS naar lucht geëmitteerd.

Op grond van titel 5.2 van de Wet milieubeheer dienen emissies bij vergunningverlening getoetst te worden aan de grenswaarden, zoals die in de Wet milieubeheer zijn opgenomen. Het betreft grenswaarden voor de componenten weergegeven in volgende tabel.

Tabel 6.6 Toetsingscomponenten luchtkwaliteit

Component	Opmerking
Zwavel dioxide	Komt in niet waarneembare hoeveelheden vrij en project heeft geen effect op deze emissies
Stikstofoxiden	Toetsing
Zwevende deeltjes (PM10)	Project heeft geen effect op deze emissie
Fijn stof (PM2,5)	Project heeft geen effect op deze emissie
Lood	Emissie niet van toepassing
Koolmonoxide	Project heeft geen effect op deze emissie
Benzeen	Project heeft geen effect op deze emissie
Ozon	Emissie niet van toepassing
Arseen	Emissie niet van toepassing
Cadmium	Emissie niet van toepassing
Nikkel	Emissie niet van toepassing
Benzo(a)pyreen	Emissie niet van toepassing

Uit de tabel blijkt dat het voorkeursalternatief alleen een effect heeft op de emissie van stikstofoxiden. In paragraaf 6.4 en in bijlage IIIA is toegelicht dat de (totale) emissie van NO_x uit de inrichting zal afnemen

Beoordeling voornemen

Omdat de emissies naar lucht in het voorkeursalternatief afnemen ten opzichte van de referentiesituatie, wordt dit milieueffect voor de voorgenomen activiteit als positief (+) beoordeeld.

6.7 Wateremissies

Referentiesituatie

Binnen de inrichting ontstaan diverse soorten afvalwater:

- procesgerelateerd afvalwater, o.a:
 - procesafvalwater;
 - ketelspuiwater, spuiwater uit diverse koelwatercircuits;
 - spoel- en schrobwater;
 - condensaat;
 - drainwater;
 - uit processen vrijkomende zouten;
 - regeneraat en spoelwater van ionenwisselaars;
 - laboratoriumafvalwater;
 - partijen waterig afval en incidenteel afvalwater;
 - afvalwater afkomstig van bodemsaneringswerkzaamheden;
 - incidenteel bluswater als gevolg van calamiteiten, oefeningen en testen;
- mogelijk verontreinigd hemelwater;
- niet-verontreinigd hemelwater;
- koelwater;
- huishoudelijk afvalwater;

- bronbemalingswater.

Voor het procesgerelateerde afvalwater wordt onderscheid gemaakt in zoete en zoute afvalwaterstromen. Deze worden via boven- en ondergrondse rioleringsstelsels afgevoerd naar de eigen afvalwaterzuiveringsinstallatie (BIOX) en daar in de zoete of de zoute straat verwerkt. In de BIOX worden de organische stoffen in het afvalwater door aerobe bacteriën omgezet in CO₂, water en nieuwe biomassa, het zogenaamde surplusslib. Afvalwaterstromen vanuit de LHC fabrieken worden (deels) behandeld in de zoute straat. Alle overige procesgerelateerde afvalwaterstromen worden behandeld in de zoete straat, waarvan een deel van het effluent wordt hergebruikt in de LHC-3 koeltoren als suppletiewater.

Er wordt via drie lozingspunten afvalwater geloosd op de Westerschelde (directe lozingen). Naast het lozingspunt voor het effluent van de BIOX is er een lozingspunt voor het lozen van koelwater van LHC-3 en een lozingspunt voor de uitlaat van het zeewaterkoelsysteem.

Voorkeursalternatief

De ATR technologie heeft één afvalwaterstroom afkomstig van het ongestripte procescondensaat van de Shift reactor. Het ongestripte procescondensaat heeft een debiet van maximaal 7,5 t/u. Deze bestaat uit 98 wt% water, minder dan 1 % methanol en bevat sporen van CO₂, NH₃ en methaanzuur. Ook kunnen amines in minimale hoeveelheden (1 %) gevormd worden wanneer aardgas in plaats van methaan als voeding gebruikt wordt omdat het aardgas 1-2 % stikstof bevat. Echter, dit gebeurt alleen bij incidentele bedrijfssituaties en tevens zijn de amines biologisch afbreekbaar (B-classificatie conform ABM). Door het TOC niveau wordt deze stroom verwerkt in de zoute straat van de BIOX. Hiervoor zijn geen aanpassingen aan de zoute straat van de BIOX vereist. Vanuit de zoute straat van de BIOX wordt de stroom geloosd naar de Schelde.

De nieuwe ASU en de ATR plant zullen worden voorzien van koeling met behulp van koelwater. De warmte zal via koeltorens worden afgegeven. Toepassing van additieven in het koelwater leidt er toe dat een spui nodig is om ophoping van zouten te voorkomen. De additieven die in het koelwater worden toegevoegd zijn dezelfde die Dow ook in andere koelwaterstromen gebruikt en betreffen allen B-stoffen conform de ABM. De gezamenlijke spuistroom bedraagt ca 50 m³/uur en zal naar de Schelde worden geloosd via de bestaande lozingslocatie. Deze lozing wordt dat ook aangevraagd in het kader van de waterwet.

Beoordeling voornemen

Toepassen van de ATR technologie leidt tot afvalwater met een debiet van 7,5 t/u dat wordt verwerkt in de Biox. Dit past binnen de vigerende watervergunning en vereist geen aanpassingen aan de BIOX. Verder zijn er geen ZZS aanwezig in de afvalwaterstromen.

De spuistroom van koelwater naar de Schelde zal toenemen.

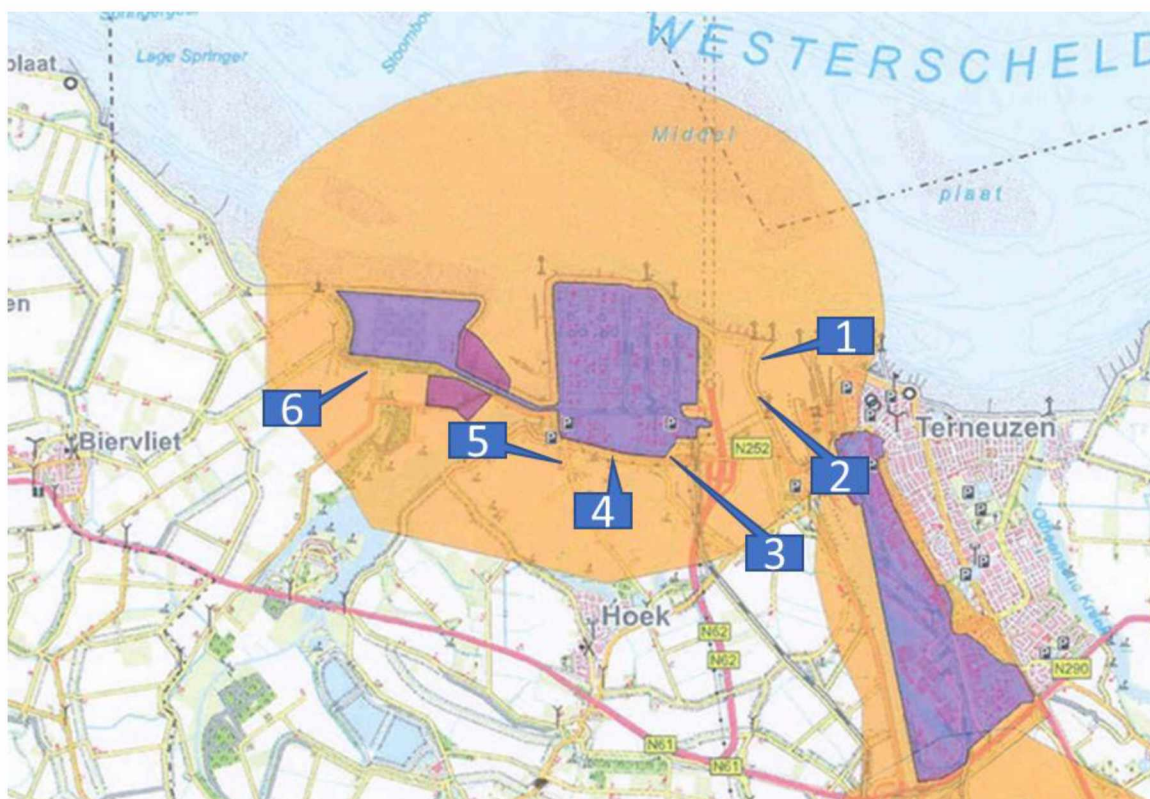
Op basis van deze laatste bevinding krijgt het voorkeursalternatief een negatieve (-) beoordeling vergeleken met de referentiesituatie.

6.8 Geluid

Referentiesituatie

Het industrieterrein waar de inrichting op ligt is een in het kader van de Wet geluidhinder gezoneerd industrieterrein. Op grond van de Wet Geluidhinder is een geluidzone voor het industrieterrein vastgesteld door de Provincie Zeeland (afbeelding 6.3, oranje zone). Op de rand van de geluidzone mag het cumulatieve geluidsniveau van alle op het industrieterrein gelegen inrichtingen ten hoogste 50 dB(A) zijn beoordeeld als etmaalwaarde. Dit betreft de langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus. In de vigerende vergunning (Wabo revisievergunning d.d. 27/05/2008, kenmerk 10013503/Wm.07.028/23) zijn geluidsvoorschriften gesteld op zes vergunningspunten (genummerd in afbeelding 6.3) aan het door de gehele inrichting uit te stralen geluid doormiddel van een langtijdgemiddeld beoordelingsniveau. Hierbij is voor zowel de dag-, avond- als de nachtperiode een op de activiteiten afgestemd geluidsniveau opgenomen.

Afbeelding 6.3 Weergave vergunningspunten geluid, 50 dB(A) zone (oranje), industrieterreinen (paars)



Voorkeursalternatief

In het vka worden verscheidene installaties geplaatst en extra activiteiten uitgevoerd op het industrieterrein waardoor de geluidsemissie toeneemt. In het kader van dit project is een akoestisch onderzoek (bijlage IV) uitgevoerd om de geluidsemissie van akoestisch relevante installaties en activiteiten (waterstoffabriek, ASU, CO₂ opslag, leidingen en schepen) bij representatieve bedrijfsvoering (RBS) en incidentele bedrijfsvoering (IBS, bij gebruik van fakkel, max 12 dagen/j) op de zes vergunningspunten van Dow te bepalen. De huidige maximale geluidsemissie, de aparte geluidsemissie van alleen de nieuwe installaties en activiteiten en de totale geluidsemissie als het vka wordt gerealiseerd voor de zes vergunningspunten is weergegeven in Tabel 6.7 (representatieve bedrijfssituatie) en tabel 6.8 (incidentele bedrijfssituatie).

Tabel 6.7 Geluidbelasting representatieve bedrijfssituatie.

Vergunningspunt	Dagdeel	Geluidsemissie referentiesituatie, voorschriften (dB(A))	Geluidsemissie, deelbijdrage waterstoffabriek (dB(A))	Geluidsemissie voorkeursalternatief (dB(A))
DOW:37.01	07:00 - 19:00	46.3	35.2	46,6
	19:00 - 23:00	46.3	35.2	46.7
	23:00 - 07:00	46.3	35.2	46,6
DOW:37.02	07:00 - 19:00	46.8	36.2	47.2
	19:00 - 23:00	46.9	36.2	47.2
	23:00 - 07:00	46.8	36.2	47.2
DOW:37.03	07:00 - 19:00	47.6	41.9	48,7
	19:00 - 23:00	47.7	41.9	48,8

Vergunningspunt	Dagdeel	Geluidsemissie referentiesituatie, voorschriften (dB(A))	Geluidsemissie, deelbijdrage waterstoffabriek (dB(A))	Geluidsemissie voorkeursalternatief (dB(A))
DOW:37.04	23:00 - 07:00	47,4	41,9	48,5
	07:00 - 19:00	50,2	48,2	52,4
	19:00 - 23:00	50,2	48,2	52,4
	23:00 - 07:00	50,1	48,2	52,4
DOW:37.05	07:00 - 19:00	43,9	42,5	46,3
	19:00 - 23:00	43,9	42,5	46,3
	23:00 - 07:00	43,8	42,5	46,3
	07:00 - 19:00	39,6	30,0	40,1
DOW:37.06	19:00 - 23:00	39,7	30,0	40,1
	23:00 - 07:00	39,6	30,0	40,1

Tabel 6.8 Geluidbelasting incidentele bedrijfssituatie.

Vergunningspunt	Dagdeel	Geluidsemissie referentiesituatie, voorschriften (dB(A))	Geluidsemissie, deelbijdrage waterstoffabriek (dB(A))	Geluidsemissie voorkeursalternatief representatieve bedrijfsvoering (dB(A))
DOW:37.01	07:00 - 19:00	46,3	58,4	58,7
	19:00 - 23:00	46,3	58,4	58,7
	23:00 - 07:00	46,3	58,4	58,7
DOW:37.02	07:00 - 19:00	46,8	59,0	59,3
	19:00 - 23:00	46,9	59,0	59,3
	23:00 - 07:00	46,8	59,0	59,3
DOW:37.03	07:00 - 19:00	47,6	65,0	65,1
	19:00 - 23:00	47,7	65,0	65,1
	23:00 - 07:00	47,4	65,0	65,1
DOW:37.04	07:00 - 19:00	50,2	69,3	69,4
	19:00 - 23:00	50,2	69,3	69,4
	23:00 - 07:00	50,1	69,3	69,4
DOW:37.05	07:00 - 19:00	43,9	64,1	64,1
	19:00 - 23:00	43,9	64,1	64,1
	23:00 - 07:00	43,8	64,1	64,1
DOW:37.06	07:00 - 19:00	39,6	49,3	49,7
	19:00 - 23:00	39,7	49,3	49,8
	23:00 - 07:00	39,6	49,3	49,7

Beoordeling voornemen

De extra installaties en activiteiten om het vka te realiseren leiden tot een lichte totale toename in geluidsemissie. In de RBS is de geluidsemissie op vergunningspunt DOW37.04 groter dan 50 dB(A). Dit punt ligt niet op de rand van de geluidszone en zo vindt er dus geen overschrijding plaats van de maximale geluidbelasting van 50 dB(A) op de geluidszone bij het vka in de RBS.

Op basis van deze bevindingen uit het akoestisch rapport wordt dit effect als neutraal (0) beoordeeld omdat het binnen de geluidszone valt.

Het akoestisch rekenmodel behorend bij bijlage IV is op te vragen bij vm@dgmr.nl

6.9 Natura 2000 en Flora & Fauna

Referentiesituatie

Er zijn meerdere vergunningen op grond van de Wet natuurbescherming verleend voor het realiseren van projecten of het verrichten van andere handelingen.

Dit betreffen de volgende vergunningen:

- vergunning van 28 november 2017, kenmerk ZK17000135 / 17026515 op grond van artikel 2.7, tweede lid van de Wet natuurbescherming voor continuering van de bestaande vergunde activiteiten binnen de gezamenlijke inrichting van Dow, Trinseo en Olin;
- vergunning van 4 september 2017, kenmerk ZK17000054 / 17018739 op grond van artikel 2.7, tweede lid van de Wet natuurbescherming voor de realisatie van een nieuwe stoomboiler;
- vergunning van 16 februari 2016, kenmerk 16002612/NB.15.109 voor continuering van de bestaande vergunde activiteiten binnen de voormalige inrichting van het voormalige Elsta B.V. (welke momenteel binnen de inrichting van Dow, Trinseo en Olin vallen).

Bij het uitvoeren van projecten zoals onderhoud, bouw- en sloopactiviteiten, kunnen vervoersbewegingen en mobiele werktuigen nodig zijn die mogelijk leiden tot stikstofemissies. Alle vervoersbewegingen en het gebruik van mobiele werktuigen zijn reeds in de Wnb-vergunning van 7 december 2017 opgenomen als onderdeel van de bestaande activiteiten (productie, beheer, onderhoud, bouw- en sloopwerkzaamheden).

Voorkeursalternatief

Er is een verkennend natuuronderzoek uitgevoerd om de voorgenomen activiteit van Dow te toetsen aan de actuele wet- en regelgeving voor natuur. Dit onderzoek is bijgevoegd in bijlage V. De conclusies worden hieronder samengevat.

Natura 2000-gebieden

De projectlocaties benodigd voor de uitvoering van de eerste fase van het TNZ 2030 project (het voorkeursalternatief) liggen dichtbij maar buiten de begrenzing van Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Andere Natura 2000-gebieden liggen op ruime afstanden van het werkgebied. Kwalificerende broedvogels en andere soorten zijn op de projectlocaties niet aanwezig en er ook niet te verwachten. Een indirect effect (externe werking N2000) doet zich ook niet voor waar het om mogelijke verstoring van als 'niet-broedvogel' kwalificerende vogelsoorten gaat. Groepen vogels maken in afwisselende aantallen gebruik van de Braakmanhaven om er te rusten of te foerageren. Aan die mogelijkheid verandert niets: het beïnvloedingsgebied nodig voor de werkzaamheden aan het Oceandock komt overeen met het regulier gebruik van de steiger. Andere of meer versturende effecten zijn daar niet van te verwachten.

Een indirect effect als gevolg van extra stikstofdepositie op hiervoor gevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden is op grond van de beperkte schaal en de duur van de werkzaamheden in de realisatiefase uit te sluiten. Naar verwachting kan op grond van de recent vastgestelde wet Stikstof en Natuurherstel gebruik gemaakt worden van de vrijstellingsregeling voor beperkte en tijdelijke bijdragen aan de stikstofdepositie in natuurgebieden gedurende de realisatiefase. De voor de gebruiksfase uitgevoerde AERIUS berekeningen laten zien dat zich geen extra of ander structureel significant negatief effect op stikstofgevoelige habitattypen zal voordoen ten opzichte van de vergunde referentiesituatie. Het project leidt tot stikstofreductie. Het aanvragen van een vergunning gebiedsbescherming Wnb is niet nodig voor de uitvoering van het TNZ 2030 project. Significant negatieve directe en indirecte effecten van licht, geluid en stikstof en verstoring door bewegingen van mensen en materieel kunnen bij voorbaat en volledig uitgesloten worden.

Soortenbescherming

Van niet-vrijgestelde, strikter beschermde zoogdieren zijn alleen incidenteel jagende vleermuizen rond de projectlocaties op het bedrijfsterrein te verwachten. Nabij gelegen groenstructuren blijven onverstoord en beschikbaar. Voortplantingsplaatsen van marterachtigen, haas en konijn zijn niet aanwezig.

Broedvogels komen op de projectlocaties zelf niet voor. De werkzaamheden kunnen ook tijdens het broedseizoen worden uitgevoerd. Verstoring van broedvogels is daar niet aan de orde. Daar waar bestaande groenstroken binnen de werkgrenzen liggen volstaat het om te werken buiten het broedseizoen of tijdig preventieve maatregelen te nemen die vestiging voorkomen.

Binnen de plangrenzen zijn geen bijzondere plantensoorten gevonden. Er zijn geen voortplantingsplaatsen, vaste verblijfplaatsen of exemplaren van zwaardere beschermde, niet-vrijgestelde reptielen, amfibieën, insecten, weekdieren van de projectlocaties bekend. Zij worden er ook niet verwacht. Een effect kan worden uitgesloten.

De werkzaamheden kunnen in overeenstemming met de bepalingen uit de wet worden uitgevoerd door zorgvuldig handelen en het waar nodig nemen van preventieve maatregelen voor broedvogels. Het aanvragen van een ontheffing soortenbescherming Wnb is niet noodzakelijk. Voor het verstoren van broedende vogels kan die ook niet worden afgegeven.

Natuurnetwerk

Van een verlies van oppervlak Natuurnetwerk is geen sprake. Er vinden geen werkzaamheden in delen van het Natuurnetwerk Zeeland plaats. Er is geen nader veldonderzoek of effectonderzoek noodzakelijk. Maatregelen om effecten te beperken zijn niet aan de orde.

Beoordeling voornemen

Kwalificerende broedvogels en andere soorten zijn op de projectlocaties niet aanwezig en er ook niet te verwachten. Stikstofdepositie in natuurgebieden gedurende de realisatiefase is van beperkte schaal en duur.

Een effect of verstoring op flora en fauna is ook niet aan de orde omdat tijdens werkzaamheden, waar nodig, tijdig preventieve maatregelen genomen kunnen worden of buiten het broedseizoen kunnen plaatsvinden.

Verlies van oppervlak Natuurnetwerk is niet aan de orde.

Op basis van deze bevindingen uit het natuuronderzoek wordt dit effect als neutraal (0) beoordeeld omdat er geen negatieve of positieve effecten zijn op flora & fauna vergeleken met de referentiesituatie, rekening houdend met eventuele preventieve maatregelen en broedseizoenen.

6.10 Afval

Referentiesituatie

Op alle afdelingen binnen de inrichting ontstaan afvalstoffen. De aard en omvang van de afvalstoffen verschillen sterk per afdeling. Over het algemeen geldt dat vanuit procesontwerp en -optimalisatie de opbrengstverbetering centraal staat en daardoor het ontstaan van bijproducten in het proces zoveel mogelijk wordt voorkomen. Bovendien worden ontstane bijproducten zoveel mogelijk intern hergebruikt. Bijproducten in gasfase die niet kunnen worden hergebruikt en wel verbrandingswaarde hebben, worden op diverse plaatsen intern verbrand met energierugwinning.

Afvalstoffen zoals huishoudelijk afval, gevaarlijk afval, papier & karton, hout, metaal enz., worden binnen de afdelingen zoveel mogelijk gescheiden opgeslagen en afgevoerd.

Voorkeursalternatief

Als gevolg van de voorgenomen veranderingen in het TNZ 2030 project komen er enkele nieuwe afvalstromen bij, namelijk door het gebruik van katalysatoren bij de waterstofproductie en amine regeneratie bij CO₂ afvang.

ATR katalysatoren

De katalysatoren die worden gebruikt bij de waterstofproductie hebben een minimale geprojecteerde levensduur van 4 jaar. Hierna worden de katalysatoren verwijderd uit de reactor door een erkende gespecialiseerde firma en van de site afgevoerd voor terugwinning van zware metalen elders. Hierbij komen geen stoffen vrij in het milieu. Er zijn tenminste negen verschillende katalysatoren die worden toegepast in het hele proces.

Amine regeneratie

De voornaamste verontreiniging in algemene syngas toepassingen is CO, die formaatzouten vormt. In de CO₂ afvang installatie zal de partiële druk echter laag genoeg zijn zodat dit niet voorkomt, waardoor de impact op de installatie minimaal/verwaarloosbaar zal zijn.

Hoewel geen amines geconsumeerd worden in het CO₂ afvang proces, kan het nodig zijn om af en toe zuivere amine oplossing toe te voegen aan de amine scrubber omdat zware producten kunnen accumuleren in de toren waarin de amine teruggewonnen wordt. Om de efficiëntie en effectiviteit van het wassysteem te waarborgen, wordt periodiek een deel van de amines afgevoerd naar een erkende gespecialiseerde externe afvalverwerker.

Beoordeling voornemen

Door veilige opslag, transport en verwerking van de katalysator en eventuele amines door een erkende verwerker zijn negatieve milieueffecten zoveel als mogelijk geminimaliseerd. Daarom krijgt het voorkeursalternatief een neutrale (0) beoordeling voor dit milieueffect ten opzichte van de referentiesituatie.

6.11 Bodem

Referentiesituatie

Dow heeft een bodemonderzoek uit laten voeren voor de hele Terneuzen site. Dit onderzoek toont aan dat er sprake is van historische bodemverontreiniging. Deze verontreiniging is aanwezig in de grond maar vooral in het grondwater en is afkomstig van morsingen, lekkages en bouw- en graafwerkzaamheden. De verontreiniging in de grond en grondwater variëren van licht tot zwaar en worden veroorzaakt door vluchtige aromatische koolwaterstoffen, vluchtige organische chloorkoolwaterstoffen, zware metalen, minerale olie en polycyclische aromatische koolwaterstoffen.

Als gevolg van de verontreinigen heeft Dow een saneringsonderzoek laten uitvoeren om te komen tot een raamsaneringsplan (Raamsaneringsplan Dow Benelux nv Terneuzen, projectnr. 3710335, d.d. 2 maart 2000). Voor de sanering van de grond en grondwaterverontreiniging wordt uitgegaan van een kosteneffectieve functiegerichte sanering (KFS variant). Hiervoor wordt een combinatie van actieve saneringsmaatregelen en natuurlijk afbraak toegepast om te komen tot een situatie waar geen actieve nazorg meer nodig is. Provincie Zeeland heeft hiervoor een beschikking verleend (kenmerk 007150, d.d.. 23 mei, 2000).

Voorkeursalternatief

De realisatie en het in operatie nemen van het vka vindt plaats binnen het raamsaneringsplan en het bodembeheerplan.

Beoordeling voornemen

Omdat het vka binnen het raamsaneringsplan en het bodembeheerplan valt, zullen er geen negatieve effecten optreden vergeleken met de referentiesituatie. Het vka krijgt hierdoor een neutrale (0) beoordeling voor dit milieuaspect vergeleken met de referentiesituatie.

6.12 Toepassing stoffen

Referentiesituatie

De voorgenoemde processen bestaan in de referentiesituatie niet. Er kan dus geen beschrijving worden gegeven van toepassing van stoffen voor de referentiesituatie.

Voorkeursalternatief

In de ATR technologie worden meerdere katalysatoren toegepast voor de verschillende stappen in het productieproces (hydro-ontzwaveling, pre-reforming, autothermal reforming, katalytische oxidatie, syngas ontzwaveling en shift conversie). Deze zijn metaal gebaseerd en bevatten o.a. Ni, Mo, ZnO, and Pt. Daarnaast worden amines toegepast voor het afvangen van CO₂.

Er is nagegaan of de stoffen opgenomen zijn in de ZZS lijst. Hieruit zijn nikkel en nikkeloxyde als ZZS geïdentificeerd die worden toegepast in een aantal katalysatoren. De amines vallen niet onder ZZS. Daarnaast wordt CO, ook een ZZS, gevormd als tussenproduct bij de omzetting van methaan naar waterstof. De CO wordt vervolgens omgezet met behulp van water in waterstof en CO₂ in de shift reactie. Een zeer klein deel van de CO die niet omgezet wordt, komt in de waterstof terecht en wordt dan bij gebruik van de waterstof als brandstof, alsnog omgezet in CO₂. Al deze ZZS stoffen komen niet vrij naar lucht en water. De katalysatoren en amines worden na gebruik verwijderd en van de site afgevoerd voor verdere verwerking door gespecialiseerde firma's.

Naast bovengenoemde stoffen zullen er ook nog verschillende additieven worden toegevoegd aan de koelwaterstromen en aan het ketelvoedingswater. De toegepaste additieven voor het koel- en ketelwater zijn reeds in gebruik op de site.

Beoordeling voornemen

Er worden meerdere nieuwe katalysatoren en amines toegepast in het waterstofproductieproces waarvan enkele ZZS zijn. Deze zullen niet in het milieu vrijkomen. Het gebruik van additieven voor koelwater en ketelvoedingswater heeft behalve de wateremissies (zie paragraaf 6.7) geen negatieve milieueffecten. Het vka wordt neutraal (0) beoordeeld voor dit milieuaspect vergeleken met de referentiesituatie.

7

MULTI CRITERIA-ANALYSE

In hoofdstuk 5 zijn de ATR technologie en POx technologie beschouwd en vergeleken op basis van meerdere selectiecriteria waarna ATR als voorkeursalternatief is gekozen. In hoofdstuk 6 zijn de milieueffecten van de ATR technologie beschouwd en vergeleken met de referentiesituatie.

In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van de vergelijkingen in hoofdstuk 5 (tabel 7.1) en hoofdstuk 6 (tabel 7.2). Hiervoor is een Multi Criteria-Analyse (MCA) gebruikt. In de MCA wordt middels plussen en minnen, die in de twee voorgaande hoofdstukken zijn gegeven, een beoordeling gegeven wat uitkomt op een totale eindbeoordeling. Bij de beoordeling van selectiecriteria krijgen de technologieën een neutrale beoordeling (0) als er geen verschil is, een positieve beoordeling (+) als een technologie voor dat criterium beter presteert dan de andere, waardoor de andere een negatieve beoordeling (-) krijgt. Bij de milieueffecten heeft de referentiesituatie telkens de beoordeling neutraal (0).

Tabel 7.1 Overzicht van de beoordeling van verschillende aspecten van ATR tegen POx (hoofdstuk 5)

Selectiecriteria	Voorkeursalternatief ATR	Alternatief POx
Afvalwater	+	-
Stoomverbruik	+	-
Volwassenheid van technologie	+	-
Zwavel verwijdering	0	0
Thermische efficiëntie	0	0
Zoetwater verbruik	+	-
Plotruimte	+	-
Operationele kosten	0	0
Kapitaalkosten	0	0
Totale beoordeling	+	-

Tabel 7.2 Overzicht van de beoordeling van de milieueffecten van het voorkeursalternatief t.o.v. de referentiesituatie (hoofdstuk 6)

Milieueffect	Milieueffecten beoordeling
Energie	-
Klimaat en (netto) CO ₂ emissies	+
Stikstofdepositie	+
Externe veiligheid	0
Luchtkwaliteit	+
Wateremissies	-
Geluid	0
Natura 2000-gebieden en flora & fauna.	0

Milieueffect	Milieueffecten beoordeling
Afval	0
Bodem(bescherming)	0
Toepassing van stoffen	0
Totale beoordeling	+

8

LEEMTEN IN KENNIS

Het project bevindt zich nog in een vroege fase van de ontwikkeling, aangezien het project pas operationeel zal zijn in 2026. Op dit moment is er een eerste basisontwerp, maar dit ontwerp wordt in de komende periode nader uitgewerkt.

De aard en omvang van de geconstateerde leemten staan, naar onze mening, een verantwoorde effectenbeoordeling niet in de weg. Dit MER levert daarom, naar onze mening, voldoende informatie voor de verdere besluitvorming. Teneinde de besluitvormers voldoende inzicht te verschaffen in de leemten in kennis en informatie en in de gelegenheid te stellen een oordeel te vormen over de invloed van die leemten op de effectenvoorspellingen, volgt hieronder een beschrijving van die leemten.

8.1 Leemten in kennis en informatie

Geluid

Omdat er momenteel nog geen equipment lijst en plotplan van het equipment beschikbaar zijn van de verschillende processinstallaties is voor het geluidsmodel uitgegaan van het kental geluidsvermogen in combinatie met de plotgroottes van de te bouwen installaties.

Als het gedetailleerde ontwerp beschikbaar is zal de geluidsberekening opnieuw worden uitgevoerd.

Externe veiligheid

Als het gedetailleerde plan beschikbaar is dient de QRA gefinaliseerd te worden en ter goedkeuring aan het bevoegd gezag aangeboden worden.

8.2 Monitoring en evaluatie

De evaluatie van dit MER zal zich met name richten op monitoring van CO₂, en NO_x emissies.

Monitoring heeft tot doel om vast te stellen of de voorspelde milieueffecten daadwerkelijk zullen optreden.

Voor dit MER worden hieronder de belangrijkste monitoringsacties weergegeven.

8.2.1 Aanlegfase

Voor deze fase worden specifieke monitoringsacties en preventiemaatregelen voorzien (als de werkzaamheden niet buiten het broedseizoen plaatsvinden) om vestiging van broedvogels te voorkomen. Er zijn wel monitoringsacties die verbonden zijn aan de vigerende omgevingsvergunningen van Dow.

8.2.2 Operationele fase

Klimaat en CO₂

De inrichting van Dow is verplicht deel te nemen aan het Europese emissiehandelssysteem. De inrichting beschikt over de benodigde vergunningen verleend door de Nederlandse emissieautoriteit (NEa) en rapporteert alle binnen de inrichting als gevolg van verbranding vrijkomende CO₂-emissies en CO₂-procesemissies. De CO₂-emissies onder het emissiehandelssysteem worden gemonitord middels afspraken

vastgelegd in door de NEa goedgekeurde CO₂ Monitoringsplannen. Om te borgen dat de monitoring uitgevoerd wordt zoals vastgelegd in de monitoringsplannen, worden periodiek self-assessments en interne audits uitgevoerd. Daarnaast vindt jaarlijks een externe audit op de werking van het monitoringsysteem en verificatie van de gerapporteerde emissies plaats. De monitoringplannen zullen aangepast worden en ter goedkeuring voorgelegd aan de NEa voordat de nieuwe faciliteiten in bedrijf genomen worden.

NO_x

NO_x monitoring is geborgd in het luchtmonitoringsplan. Dit luchtmonitoringsplan maakt deel uit van het milieuzorgsysteem. Het toepassen van een milieuzorgsysteem is BBT conform BREF CWW en LVOC. De implementatie van het monitoringsysteem is geborgd door middel van periodieke self-assessments, interne en externe audits in het kader van ISO-14001 certificering en milieujaarverslaglegging.

