

RAPPORT

Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek

Weging van de alternatieven

Klant: Nederlandse Aardolie Maatschappij

Referentie: I&BBD9591-100-100R001F01

Versie: 01/Finale versie

Datum: 12 december 2016

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Postbus 8064
9702 KB Groningen
Netherlands
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 53 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek

Ondertitel: Weging alternatieven
Referentie: I&BBD9591-100-100R001F01
Versie: 01/Finale versie
Datum: 12 december 2016
Projectnaam: Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek
Projectnummer: BD9591-100-100
Auteur(s): Evert Holleman

Opgesteld door: Evert Holleman

Gecontroleerd door: Job Last / Jan Appelman

Goedgekeurd door: Marcel Ticheloven

Datum/Initialen: 12-12-2016



Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The quality management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001.

Inhoud

Managementsamenvatting	i
1 Doel en opzet van de weging alternatieven	9
1.1 Kader	9
1.2 Opzet van de weging	10
1.3 Opzet van de rapportage weging alternatieven	11
2 Het bestuurlijk proces	13
2.1 Reacties op het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie	13
2.2 Keuze van de Minister	13
2.3 Uitvoering en planning	14
3 Nadere uitwerking waterzuiveringsvarianten	15
3.1 Van innovatief naar bewezen en robuuste techniek	15
3.2 Variant MVR en kristallisatie	17
3.3 Salttech – DyVaR techniek	17
3.4 Electro Dialyse – TU Delft	19
3.5 Aanvullende waterzuivering bij waterinjectievariant 4.4	22
4 Nadere uitwerking gebruik mijnbouwhulpstoffen	23
4.1 Gebruik van mijnbouwhulpstoffen	23
4.2 Beperking van mijnbouwhulpstoffen	25
5 Nadere uitwerking gasvelden voor waterinjectie	28
5.1 Selectie gasvelden voor waterinjectie	28
5.1.1 Beschrijving Drenthevelden in Zechstein	29
5.1.2 Beschrijving Drenthevelden boven Zechstein	31
5.1.3 Selectie velden voor beide alternatieven	32
5.2 Putselectie bij Alternatief 4	33
5.3 Transportleidingen Drenthe	36
6 CE toetsing randvoorwaarden Drenthevelden	39
6.1 Bijstelling van de CE afwegingsmethodiek	39
6.2 Toetsing van randvoorwaarden	40
6.2.1 Afweging waterstroom	41
6.2.2 Afweging beleid waterinjectie in gasvelden	41
6.2.3 Afweging reservoir eigenschappen	45
6.2.4 Conclusie toetsing randvoorwaarden	46

7	CE Doelmatigheidstoets	47
7.1	Toepassing CE-afweging	47
7.2	LCA – Levenscyclus analyse	48
7.3	Risicobenadering	52
7.3.1	Aanpak	52
7.3.2	Toepassing van de bow-tie methodiek	54
7.3.3	Aanvullende onderliggende informatie over risico's	55
7.4	Risico korte termijn (gedurende de olieproductiefase)	57
7.4.1	Waterzuiveringsvarianten	57
7.4.2	Waterinjectievarianten (Drenthevelden)	58
7.4.3	Overzicht risico's korte termijn	62
7.5	Risico lange termijn (na afronding olieproductie)	63
7.6	Kosten	65
7.6.1	Methodiek kostenbepaling	65
7.6.2	Beschrijving kosten alternatief 1	66
7.6.3	Beschrijving kosten alternatief 4	67
8	Samenvattend overzicht CE afweging	72
9	Literatuur	74
10	Afkortingen	76

Bijlagen

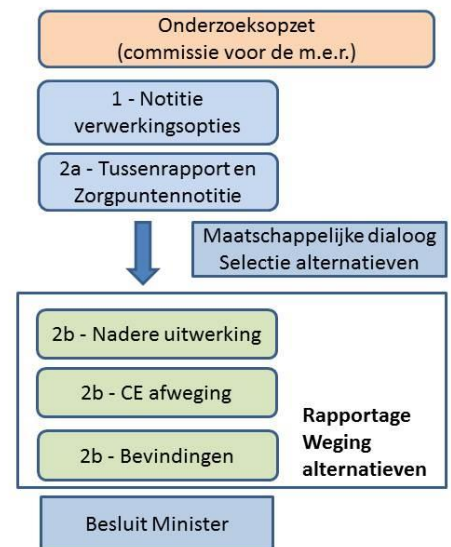
- Brief met opdracht van de Minister**
- Onderliggende rapporten**
- Specialistische rapporten**

Managementsamenvatting

In juni 2016 is het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie van de Herafweging Verwerking Productiewater Schoonebeek aan het Ministerie van Economische Zaken opgeleverd. Deze rapportages vormen onderdeel van het eindpunt van een intensief traject, waarin inhoudelijk onderzoek is uitgevoerd, begeleid door een bestuurlijke begeleidingscommissie en meerdere keren afstemming met diverse betrokken partijen zoals belangenorganisaties, overheidspartijen en lokale bewoners is geweest. Op voorstel van de Commissie voor de m.e.r. is de Herafweging in twee blokken verdeeld, waarbij het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie het resultaat zijn van het eerste blok.

Maatschappelijk dialoog en de keuze van de minister

Nadat het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie zijn ingediend bij het Ministerie van Economische Zaken, zijn de Commissie voor de m.e.r., Deltares en TU Delft gevraagd de rapporten te toetsen en met bevindingen te komen. Dit heeft uiteindelijk geleid tot een aangepaste samenvatting van het Tussenrapport en een notitie met toelichting vanuit NAM en RHDHV. De Minister heeft daarnaast de betrokken instanties gevraagd hun mening kenbaar te maken. Op basis van deze bevindingen heeft de Minister een besluit genomen over het vervolg van de Herafweging. In het besluit vraagt de Minister NAM het zuiveringsalternatief (Alternatief 1) nader uit te werken, met speciale aandacht voor nieuw naar voren gebrachte zuiveringsvarianten van Saltech en TU Delft. Daarnaast vraagt de Minister het waterinjectie alternatief, waterinjectie in Twente- en Drenthevelden (Alternatief 4), en het alternatief van het burgerinitiatief van de Stichting Stop Afvalwater Twente (SAT), waterinjectie in Drenthevelden boven de Zechsteinformaties (Alternatief 5), in de onderlinge vergelijking van alternatieven mee te nemen.



Opzet weging alternatieven

De nadruk in de tweede fase ligt op de afstemming met Saltech en de TU Delft over hun aangedragen varianten voor waterzuivering. Voor het initiatief van de Stichting SAT is bekeken of er gasvelden voldoen aan de gestelde criteria. Vervolgens is de CE afweging uitgevoerd, onder meer met de LCA. Tijdens het onderzoek heeft afstemming plaatsgevonden met een klankbordgroep, gevormd door ambtenaren van de provincies, gemeenten, het waterschap en leden van de Stichting SAT.

Nader onderzoek

Er is aanvullend onderzoek gedaan om na te gaan hoe de DyVaR technologie van Saltech en de Electro Dialyse aangedragen door de TU Delft, zodanig uitgewerkt kunnen worden, dat ze als volledig alternatief naast de andere alternatieven en varianten gepresenteerd kunnen worden. Beide zuiveringstechnieken kunnen geplaatst worden als onderdeel van de zuiveringsvariant zoals gepresenteerd in het Tussenrapport. Daarbij is aangenomen dat de waterzuivering volgens verwachting gaat functioneren, hoewel dit in de praktijk anders uit kan pakken. Met deze aanpak wordt in beeld gebracht waar verbeteringen met nieuwe zuiveringstechnologie mogelijk zijn.

In workshops is door de technische experts van Saltech, NAM, Shell en Royal HaskoningDHV naar de DyVaR waterzuivering gekeken. Deze is uitgewerkt zodat overeenstemming bereikt is over het gehele zuiveringsproces en de restproducten. Met behulp van DyVaR ontstaat ongeveer 50% vrijwel zuiver zout (NaCl) als restproduct, wat potentieel herbruikbaar is, en 50% gemengd restzout dat moet worden opgeslagen. Dat is een aanzienlijke verbetering van de variant zoals gepresenteerd in het Tussenrapport.

De Electro Dialyse van TU Delft is op vergelijkbare wijze doorgenomen, hoewel in deze variant nog wat meer aannames en schattingen gemaakt moesten worden, doordat onderdelen nog niet volledig uit ontwikkeld zijn. Het resterende product van deze techniek bestaat voor ongeveer 80% uit vrijwel zuiver zout (NaCl), en voor 20% uit gemengd restzout dat opgeslagen moet worden. Beide varianten leveren ook een aanzienlijke afname in energiegebruik en daarmee samenhangende milieueffecten en kosten, vergeleken met de variant in het tussenrapport.

Voor de mijnbouwhulpstoffen, stoffen die worden toegevoegd om transportleidingen te beschermen en het productieproces te optimaliseren, is een overzicht gegeven op welke manier het gebruik ervan te minimaliseren of zelfs te vermijden is. Daarbij is vooral gekeken naar het gebruik van biocide, H₂S-binder en corrosieremmer. Het blijkt dat de hoeveelheid gebruikte hulpstoffen verder geminimaliseerd kan worden door het vervangen van transportleidingen. Verder is er voortgaand onderzoek naar minimalisering van de dosering mijnbouwhulpstoffen en naar niet-chemische andere mogelijkheden.

Bij het onderzoek naar de geschiktheid van de Drenthevelden is gebleken dat er onvoldoende opslagcapaciteit beschikbaar is in velden gelegen boven de Zechsteinformaties, zoals door de Stichting SAT aangedragen. Daarnaast zijn de velden minder geschikt voor waterinjectie door een beperkte injectiviteit of het ontbreken van voor waterinjectie geschikte putten. Daarmee is het niet mogelijk een vergelijkbaar alternatief uit te werken, en is het alternatief bij de weging buiten beschouwing gelaten. De boven de Zechsteinformaties gelegen velden in Drenthe zijn wel meegenomen in de bredere afweging van mogelijke velden in Drenthe voor opslag van productiewater.

Weging alternatieven

De weging van alternatieven vindt plaats middels de CE afwegingsmethodiek. Deze bestaat uit twee stappen, de toetsing van randvoorwaarden voor het productiewater en de geselecteerde reservoirs, en een doelmatigheidstoets.

Uit de toetsing van de randvoorwaarden komt naar voren dat de waterstroom hieraan voldoet, zodat de reservoirs beleidsmatig voor waterinjectie gebruikt kunnen worden. Tevens blijkt dat de compatibiliteit van het productiewater en het reservoir voldoende is.

De doelmatigheidstoets bestaat aansluitend uit de Levenscyclusanalyse (LCA), een uitwerking van de korte en lange termijn risico's en een analyse van de kosten per variant.

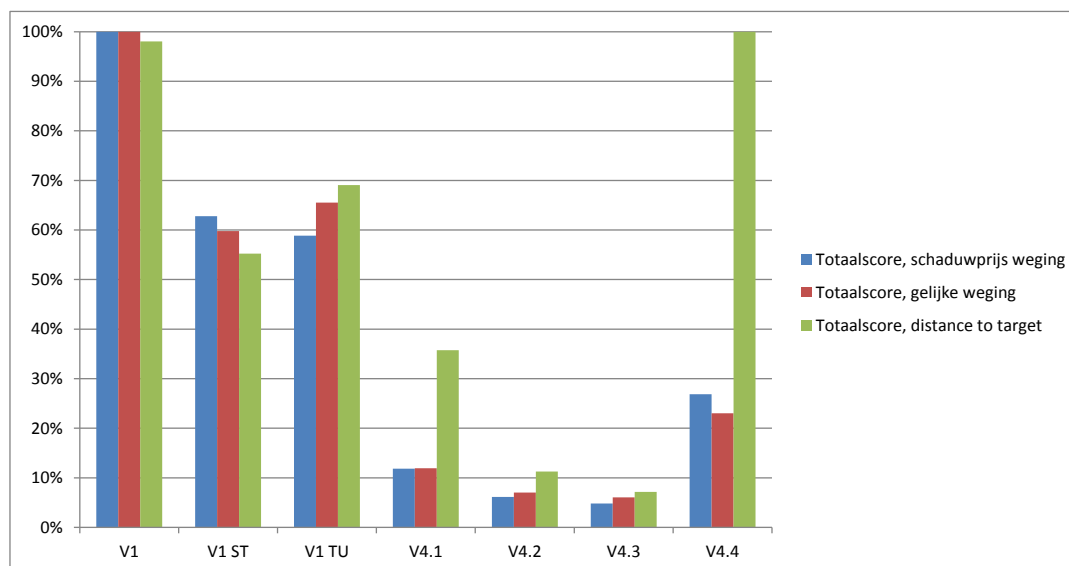
LCA totaalscore milieu

De LCA heeft inzicht gegeven in de milieubijdrage van de verschillende alternatieven en varianten. Om tot een compacte samenvattende score per alternatief en variant te komen, is gebruik gemaakt van de gepresenteerde totaalscore, zoals weergegeven in onderstaande figuur. Hierbij geldt dat een hogere score betekent dat het effect op het milieu groter is. De effecten zijn genormaliseerd weergegeven ten opzichte van de maximale score, deze is als 100% aangehouden.

Er zijn drie methoden om tot een totaalscore te komen, met verschillende wegingsfactoren per milieubijdrage. Dit geeft twee vergelijkbare scores, bij de schaduwprijs weging en bij de gelijke weging. De methode "distance to target" geeft een enigszins afwijkend beeld. De onderzoekers van CE melden dat voor het maken van afweging tussen de verschillende varianten de eerste twee wegingsmethoden het meest relevant zijn, maar dat de distance to target methode vanwege de signaal werking belangrijk is.

Opvallend in figuur 1 is het verschil in totaalscore voor de waterzuiveringsvarianten (aangeduid met V1) ten opzichte van de waterinjectievarianten (aangeduid met V4). De totaalscore van de waterzuiveringsvarianten (V1) bevindt zich tussen 55% en 100%, terwijl de injectievarianten zonder

zuivering (V4.1, V4.2 en V4.3) uitkomen tussen 5% en 11%, voor het ongewogen totaal en de schaduwprijsweging. Voor de totaalscore op distance to target varieert de score tussen 8% en 35%. De injectievariant met aanvullend zuivering (V4.4) ligt er tussenin voor wat betreft het ongewogen totaal en de schaduwprijsweging en heeft een uitschieter naar 100% in de totaalscore op distance to target



Figuur 1: Uitkomst LCA voor waterzuiverings- en waterinjectievarianten. De figuur toont de vergelijking van de gewogen totaalscore per variant (maatgevend jaar 2022). Per weegmethodiek is de hoogste gewogen bijdrage van de verschillende varianten gewaardeerd als 100%. De gewogen bijdragen van de andere varianten zijn ten opzichte van deze maximale score uitgedrukt als percentage van de maximale score. De namen van de varianten op de x-as komen overeen met de aanduiding in onderstaande tabel 1.

Korte termijn risico's, gedurende de periode van oliewinning

Aan de hand van de bow-tie methode is een overzicht van de risico's en beheersmaatregelen gemaakt voor mogelijke seismische activiteit, het mogelijk oplossen van zoutlagen, mogelijke lekkage bij putten en bij transportleidingen. Bij de uitwerking is expliciet gemaakt welke bedreigingen kunnen voorkomen en hoe deze beheersbaar zijn met concrete preventieve en reactieve maatregelen. Voor waterinjectie worden op korte termijn de risico's als laag ingeschat, omdat het erg onwaarschijnlijk is dat de gebeurtenissen optreden en omdat de effecten daarvan naar verwachting beperkt zullen zijn. Voor waterzuivering zitten de risico's bij de verwerking van het restproduct, zowel in het transport als het opslaan. De risico's zijn hier zodanig dat bij een uitwerking speciale aandacht voor mitigerende maatregelen in de vorm van maatwerk nodig is.

Lange termijn risico's, na de afronding van de oliewinning en een lange periode daarna

De lange termijn risico's van waterinjectie worden als laag ingeschat. Er zijn geen mechanismen bekend die daadwerkelijk tot significante effecten zullen leiden in de biosfeer. Het is echter niet goed mogelijk de processen in de diepe ondergrond in detail via monitoring te volgen, zodat een lange termijn risico niet geheel kan worden uitgesloten. Mocht er toch zoutoplossing optreden in de diepe ondergrond, dan zal dit uiteindelijk mogelijk zichtbaar worden door bodemdaling. Met behulp van satellietradar wordt deze eventuele bodemdaling bijgehouden. De lange termijn risico's bij waterzuiveringsvarianten worden veroorzaakt door de opslag van het restproduct gemengd zout. Een grootschalige bovengrondse stortplaats met gemengd zout kan op lange termijn leiden tot verontreiniging van het milieu.

Kosten

De kosten zijn bepaald aan de hand van de investeringen en operationele kosten. Voor de investeringen voor de nieuw te ontwerpen zuiveringsvarianten zijn nog geen nauwkeurige waarden beschikbaar. Hier is

een redelijke benadering gedaan, in samenspraak met de leveranciers en ontwikkelaars. Om de operationele kosten op de juiste wijze te kunnen meewegen is als benadering een netto-contante-waarde berekening gedaan waarbij de kosten voor de gehele winperiode gelijk gesteld zijn aan 10 keer de kosten in het maatgevende jaar 2022. Uit de vergelijking blijkt dat de verschillende varianten van de waterzuivering aanzienlijk duurder zijn dan de waterinjectievarianten. Hierbij valt wel op dat de Salttech en TU Delft varianten een aanzienlijk verbetering in operationele kosten hebben ten opzichte van de variant gepresenteerd in het Tussenrapport.

Overzicht

In het onderstaande overzicht zijn de belangrijkste conclusies samengebracht.

Tabel 1. Samenvattend overzicht CE afweging per alternatief met varianten.

Alternatieven	Milieu	Risico kort (na maatregelen)	Risico lang (na maatregelen)	Kosten (afgerond miljoen €)
Alternatief 1: Waterzuivering en lozing schoon zoet water op oppervlaktewatersysteem met varianten				
<u>V1</u> : Variant Tussenrapport MVR en kristallisatie	--	--	--	580
<u>V1 ST</u> : Variant Salttech DyVaR	--	- / --	--	500
<u>V1 TU</u> : Variant TU Delft Electro Dialyse	--	- / --	--	420
Alternatief 4: Waterinjectie in Twente- en Drenthevelden met varianten				
<u>V4.1</u> : Variant 4.1: Waterinjectie	-	-	-	75
<u>V4.2</u> : Variant 4.2: geen biocide	0/-	-	-	95
<u>V4.3</u> : Variant 4.3: ook geen H ₂ S-binder	0/-	-	-	175
<u>V4.4</u> : Variant 4.4: aanvullend zuivering	-	-	-	245

Toelichting scores:

0 of 0/- = geen of vrijwel geen effect/risico, - = effect of risico gebruikelijk binnen industriële activiteit, - / - - of - - - = zodanig effect of risico dat mitigerende maatregelen uitgewerkt moeten worden om beperking te bereiken, - - - = te groot effect of risico, zodat het alternatief of de variant niet uitvoerbaar is.

Bevindingen

De weging van alternatieven laat zien dat op de vier onderdelen van de CE afweging over het algemeen waterinjectie beter scoort dan waterzuivering.

Bij Alternatief 1, volledige zuivering van het productiewater, zijn de Salttech en TU Delft varianten uitgewerkt, die gebruik maken van de DyVaR technologie en Electro Dialyse. Hierbij valt op dat beide aanzienlijk beter scoren op het milieueffect, dan de technologie zoals in het Tussenrapport beschreven (zie figuur 1). De waterzuiveringsvarianten van zowel Salttech als TU Delft levert een restproduct op van schoon zout (NaCl), wat mogelijk gebruikt kan worden als wegzout. Dit heeft een verbetering van de milieuscore tot gevolg en beperkt het probleem van de lange-termijn stortplaats. Tevens is het energieverbruik van de Salttech en TU Delft varianten aanzienlijk lager wat bijdraagt aan een lager milieu effect evenals lagere operationele kosten.

De combinatie van waterinjectie met een voorzuivering (variant 4.4) scoort op milieu en kosten minder goed dan de overige varianten van waterinjectie (variant 4.1 - 4.3). Het effect van steeds minder gebruik van mijnbouwhulpstoffen is zichtbaar gemaakt bij variant 4.2 en 4.3:

- Bij variant 4.2 heeft het verminderen van biocide gebruik een positief effect op milieu en korte termijn risico, met hogere kosten.
- Bij variant 4.3 heeft verdere beperking van het gebruik van H₂S-binder ten opzichte van variant 4.2 een iets betere milieuscore, maar geen verbetering van het risico en hogere kosten

Op basis van de bovenstaande afweging blijkt dat waterinjectie gezien kan worden als de meest geschikte verwijderingsmethode voor het productiewater van Schoonebeek. Voor waterinjectie zal daarbij wel aan de randvoorwaarden ten aanzien van onder meer veldkeuze en putkeuze voldaan moeten worden, in combinatie met reductie van mijnbouwhulpstoffen daar waar redelijkerwijs mogelijk.

Vervolg

Deze onderlinge weging van alternatieven maakt onderdeel uit van de Herafweging Verwerking Productiewater Schoonebeek. Dit rapport wordt door NAM samen met de eerder uitgebrachte rapportages als onderdeel van het Eindrapport opgeleverd aan de Minister, om daarmee te voldaan aan haar vergunningsverplichting.

1 Doel en opzet van de weging alternatieven

1.1 Kader

De afweging van alternatieven maakt onderdeel uit van de Herafweging verwerkingsmogelijkheden productiewater Schoonebeek, uitgevoerd door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) als onderdeel van haar vergunning voor waterinjectie in de Twentevelden. Deze rapportage over de weging van alternatieven vormt een onderdeel van de integrale eindrapportage “Herafweging verwerkingsmogelijkheden productiewater Schoonebeek”.

Stap 2b volgens opzet van de Commissie voor de m.e.r.

Het onderzoek Herafweging verwerkingsmogelijkheden productiewater Schoonebeek volgt de opzet zoals door de Commissie voor de m.e.r. voorgesteld in haar advies van 7 maart 2016 [Ref. Commissie m.e.r., 2016a]. Na eerst een onderzoek op hoofdlijnen, met als resultaat het Tussenrapport, volgt de weging van geselecteerde alternatieven volgens de CE afwegingsmethodiek [Ref. CE Delft, 2004]. Onderstaand beschrijft de Commissie wat zij van dit onderzoek verwacht:

Advies van de commissie voor de m.e.r. :

Stap 2b: Weging alternatieven (in detail)

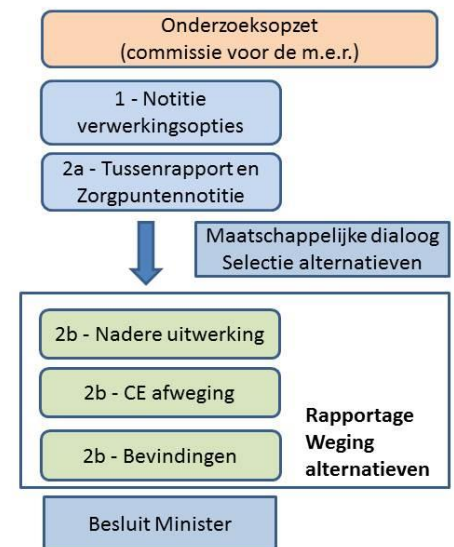
Wanneer in het besluitvormingsproces is vastgesteld dat voor één of enkele oplossingsrichtingen realistisch en perspectiefrijk zijn, moeten die verder worden uitgewerkt en geoptimaliseerd. Daarbij kan de ‘CE methodiek’ (in geactualiseerde vorm), en dan met name het LCA-gedeelte, behulpzaam zijn (stap 2b). De Commissie adviseert dit dus pas te doen nadat de eerdere onderzoeksresultaten door EZ/NAM zijn geëvalueerd, de maatschappelijk dialoog heeft plaatsgevonden en besloten is tot beperking van het aantal oplossingsrichtingen.

Voorgaande stappen in de herafweging

De weging van alternatieven in dit onderzoek volgt op de uitvoering van voorgaande stappen, stap 1 en 2a, welke hebben geresulteerd in het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie. Hierin zijn de keuzemogelijkheden op hoofdlijnen beschreven.

Maatschappelijke dialoog en selectie alternatieven

De bevindingen op hoofdlijnen, zoals verwoord in het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie, zijn door onafhankelijke externe partijen getoetst. De Commissie voor de m.e.r., Deltares en de TU Delft hebben geadviseerd, met kanttekening, dat de rapportages een goede basis vormen voor de maatschappelijke dialoog [Ref. Commissie m.e.r. 2016b, Deltares 2016b en TU Delft 2016b]. Het Ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft deze maatschappelijke dialoog georganiseerd en geleid. Op basis van de beschikbare rapportages en inbreng vanuit de maatschappelijke dialoog heeft de Minister van Economische Zaken zijn besluit genomen, ten aanzien van uit te werken en af te wegen alternatieven. De NAM is per brief geïnformeerd over het besluit en het vervolgtraject (zei bijlage 1, brief Nadere uitwerking voorkeursalternatieven verwerking productiewater Schoonebeek, van 22 november 2016).



Opgave voor de weging van alternatieven

In de brief is de volgende opgave voor weging van alternatieven weergegeven:

- Het verder onderzoeken en specificeren van de zuiveringsopties (Alternatief 1, zoals beschreven in het Tussenrapport), inclusief de technologieën die genoemd zijn door TU Delft en Salttech.
- Alternatief 4 (injectie in Twente en Drenthe, zoals beschreven in het Tussenrapport) met de nadruk op het verminderen van mijnbouwhulpstoffen.
- Het verder onderzoeken en specificeren van Alternatief 5 (opslag in de diepe ondergrond van Drenthe onder een kleisteenlaag, zoals beschreven in het Tussenrapport) van de Stichting Stop Afvalwater Twente.
- Bij de uitwerking wordt het Roswinkelveld buiten beschouwing gelaten gezien de seismische activiteit in het verleden.

De NAM heeft aan Royal HaskoningDHV (RHDHV) gevraagd, in het verlengde van het eerdere onderzoek bij de herafweging, ook voor stap 2b het onderzoek en de rapportage te verzorgen.

1.2 Opzet van de weging

Eerst nadere uitwerkingszuiveringsvarianten

Voordat de weging van alternatieven kan plaatsvinden, is op een aantal onderdelen aanvullend onderzoek of afstemming nodig. Dit betreft vooral de opgave om de zuiveringstechnieken, zoals aangedragen door Salttech en de TU Delft, mee te nemen in de weging. Om die reden heeft een nadere uitwerking van technieken plaatsgevonden. Daarmee is gekomen tot het vaststellen van alternatieven en varianten, die geschikt zijn voor de weging van alternatieven volgens de CE afwegingsmethodiek.

De nadere uitwerking bestaat concreet uit de volgende aspecten:

- Voor het alternatief waterzuivering worden twee innovatieve varianten bestudeerd, de DyVaR techniek van Salttech en de (divalente) Electro Dialyse zoals voorgesteld door de TU Delft.
 - Voor iedere variant wordt bepaald hoe deze optimaal zou kunnen functioneren, om zo te vergelijken met de variant uit het Tussenrapport.
 - Bij de varianten wordt daarnaast aangegeven wat de onzekerheden nog zijn en hoe deze in beeld gebracht kunnen worden.
- Onderzocht is hoe het gebruik van mijnbouwhulpstoffen geminimaliseerd kan worden opgenomen in de verschillende alternatieven en varianten.
- Selectie van geschikte opslagvelden en putten voor de waterinjectie alternatieven 4 en 5.

Onderliggende onderzoeken voor de weging van alternatieven

De weging van alternatieven volgens de CE afwegingsmethodiek vindt plaats op basis van onderliggende onderzoeken, met betrekking tot milieu, risico's en kosten. Deze onderzoeken zijn uitgevoerd, waarbij vooral bestaande informatie is samengebracht. Op basis van de beschikbare informatie is geoordeeld dat nieuw aanvullend onderzoek in deze fase niet noodzakelijk is om te kunnen komen tot een zinvolle weging van alternatieven en varianten.

Rapportage van bevindingen

Het onderzoek en de rapportage zijn er op gericht de benodigde informatie te presenteren aan de Minister van Economische Zaken, zodat de Minister tot een besluit kan komen. De rapportage dient daarvoor helder en transparant te zijn, waarin aannames en keuzes duidelijk vermeld en onderbouwd worden.

Op de verschillende onderdelen is het mogelijk bij een nadere uitwerking meer detailinformatie beschikbaar te krijgen. Gezien de complexiteit van de hier gepresenteerde en vergeleken technieken, is het gebruikelijk dat tussen de haalbaarheidsfase en realisatiefase gewerkt wordt naar een steeds hoger detailniveau van uitwerking. De hier gepresenteerde alternatieven en varianten zijn uitgewerkt tot het niveau van een haalbaarheidsonderzoek, zoals gebruikelijk in de industrie. Dit betekent dat er rekening gehouden wordt met onzekerheden in de resultaten. Het onderlinge beeld tussen alternatieven en varianten dient een realistische afspiegeling te vormen om keuzes te maken.

Beschikbaarheid onderliggende informatie

Om te komen tot een goede balans tussen uitleg van de weging van de alternatieven en meer diepgang op specifieke onderwerpen, bestaat deze rapportage uit dit overkoepelend rapport, met daarbij een groot aantal onderliggende detailrapporten (opgenomen in bijlage 2 van dit rapport). De NAM rapporteert veelal in het Engels, waardoor een deel van de detailrapporten in het Engels zijn, evenals de internationale literatuur over dit soort onderwerpen (opgenomen in bijlage 3). Aanvullend op de Engelstalige rapporten zijn een aantal samenvattende onderliggende rapporten in het Nederlands toegevoegd. Dit geheel geeft een zo compleet mogelijk overzicht van de bestaande kennis en inzichten. Daarnaast is veel aanvullende informatie te vinden op de websites van de NAM (www.nam.nl), SodM (www.sodm.nl) en via het algemene informatieloket van de overheid voor gebruik van de diepe ondergrond: www.nlog.nl.

Afstemming met de omgeving

Voor de opzet van het onderzoek, de selectie van nader te onderzoeken alternatieven en het Tussenrapport is nadrukkelijk de afstemming met de omgeving gezocht. Er is afgestemd met de bestuurlijke begeleidingscommissie, overleg geweest met ambtenaren, toelichting gegeven aan zowel de Commissie voor de m.e.r. als Deltares en tijdens meerdere bewonersavonden. Bij de presentatie van de selectie van alternatieven en van het Tussenrapport is de pers geïnformeerd middels een persconferentie en de mogelijkheid tot interviews.

De Minister geeft in zijn brief aan dat in deze fase afstemming plaatsvindt met een klankbordgroep. Dit biedt de mogelijkheid tot informeren en vernemen wat aanvullende wensen en verwachtingen zijn. De uitgebreide afstemming in de voorgaande fase en de bevindingen uit het bestuurlijk proces hebben al eerder veel inzichten opgeleverd wat de verwachtingen vanuit de omgeving zijn. Deze verwachtingen zijn bij de weging van alternatieven meegenomen.

1.3 Opzet van de rapportage weging alternatieven

Dit rapport vormt een onderdeel van de eindrapportage Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek. In dit rapport wordt de weging van de geselecteerde alternatieven beschreven, inclusief de nadere uitwerking van varianten die onderdeel uitmaken van de alternatieven.

De maatschappelijke dialoog – hoofdstuk 2

Hoofdstuk 2 beschrijft het bestuurlijk proces inclusief de reacties vanuit de Commissie voor de m.e.r., Deltares en TU Delft. Betrokken instanties hebben hun reactie op de bevindingen uit het Tussenrapport gegeven aan het Ministerie van Economische Zaken en de Minister heeft op basis van alle bevindingen, alternatieven geselecteerd voor nadere uitwerking en onderlinge weging.

Nadere uitwerking om te komen tot alternatieven en varianten – hoofdstuk 3, 4 en 5

De aangedragen innovatieve zuiveringsopties worden beschreven en besproken in hoofdstuk 3. De uitwerking heeft plaatsgevonden in nauwe samenwerking met Salttech en met de TU Delft. De resultaten van deze afstemming zijn opgenomen in mogelijk toekomstig realiseerbare zuiveringsvarianten.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 ingegaan op de mijnbouwhulpstoffen, het minimaliseren van mijnbouwhulpstoffen en de mogelijke gevolgen van het toepassen van mijnbouwhulpstoffen. In hoofdstuk 5 worden de reservoirs in Drenthe beschreven, zowel de opslagmogelijkheden in kalksteenreservoirs in de Zechsteinformatie als daarboven, zoals door de Stichting Stop Afvalwater Twente is aangedragen. Dit leidt tot de selectie van reservoirs, die in aanmerking komen voor waterinjectie. Detailinformatie is opgenomen in de onderliggende rapporten.

CE afweging van alternatieven – hoofdstuk 6, 7 en 8

De CE-methodiek schrijft voor dat eerst de geschiktheid van de geselecteerde reservoirs wordt onderzocht. Dit vindt plaats in hoofdstuk 6. Daaruit blijkt welke reservoirs geschikt worden geacht en bij de CE-afweging worden meegenomen. De CE-afweging bestaat uit de Levenscyclus Analyse (LCA), de risico's op korte en lange termijn en het kostenoverzicht. Voor deze componenten zijn detailstudies uitgevoerd, waarvoor onderliggende rapporten beschikbaar zijn. De bevindingen uit deze detailstudies zijn opgenomen in hoofdstuk 7. Op basis van de bevindingen uit hoofdstuk 8 is een samenvattende tabel opgesteld, waarbij de verschillende scores naast elkaar gezet zijn. Op basis hiervan kunnen de benodigde keuzes worden gemaakt.

Verwijzingen – hoofdstuk 9 en 10

De onderliggende documenten zijn benoemd in hoofdstuk 9 en in hoofdstuk 10 is tot slot een lijst met afkortingen opgenomen.

2 Het bestuurlijk proces

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de maatschappelijke dialoog heeft plaatsgevonden vanaf de publicatie van het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie tot en met de opdrachtformulering voor de weging van alternatieven.

Als onderliggend document bij dit hoofdstuk is in bijlage 1 de brief van de Minister van Economische Zaken aan de NAM opgenomen, van 22 november 2016.

2.1 Reacties op het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie

Het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie zijn in juni 2016 opgeleverd. In het verlengde hiervan is een persconferentie georganiseerd om de bevindingen te presenteren. Daarnaast zijn er bewonersavonden geweest, zowel in Twente als Drenthe.

Deltares heeft op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken de resultaten uit beide documenten getoetst. Haar bevindingen zijn meegenomen in het oordeel van de commissie voor de m.e.r. Ook de TU Delft heeft, op verzoek van de provincie Overijssel, een reactie gegeven op de rapportages. Daarnaast heeft de Stichting Stop Afvalwater Twente (SAT) haar reactie gegeven. Het commentaar heeft er toe geleid van Royal HaskoningDHV een aantal verduidelijkingen in de samenvatting van het Tussenrapport heeft aangebracht. Daarnaast is in september een aanvullende notitie opgesteld om antwoord te geven op specifieke punten die naar voren zijn gebracht. Dit alles is beschikbaar gesteld aan het Ministerie van Economische Zaken om een besluit te nemen over het vervolgtraject van de herafweging.

De betrokken instanties, gemeenten, provincies, maar ook de waterschappen, het drinkwaterbedrijf en de NAM en de Stichting SAT hebben schriftelijk hun standpunt kenbaar gemaakt aan de Minister. Vervolgens zijn er in oktober gesprekken gevoerd waarin het Ministerie geluisterd heeft naar de wensen en verwachtingen van betrokkenen.

2.2 Keuze van de Minister

Op basis van de bevindingen in het Tussenrapport, het commentaar op het Tussenrapport en de inzichten vanuit de regio, heeft de Minister van Economische Zaken besloten (zie brief bijlage 1) dat in de weging van de alternatieven verdere uitwerking wenselijk is van:

- innovatieve nieuwe zuiveringstechnieken, om na te gaan of de bevindingen van alternatief 1 met volledige zuivering, aanzienlijk verbeterd kunnen worden als ook nog niet bewezen technieken in de weging worden meegenomen.
- waterinjectie in Twente en Drenthe, zoals omschreven in alternatief 4.
- waterinjectie in Drenthe in velden die zich boven de Zechstein zoutlaag bevinden, alternatief 5.

“Ik verzoek u om het eindrapport uiterlijk begin december aan mij voor te leggen. Conform het voorschrift in de vergunning moet u in het eindrapport laten zien of het injecteren van injectiewater dat vrijkomt bij de productie van olie, nog steeds de meest geschikte verwijderingsmethode is. U dient hiervoor de CE-afwegingsmethodiek of een gelijkwaardige methode toe te passen.

U kunt in het eindrapport uitgaan van de beschrijvingen van de geselecteerde alternatieven zoals deze zijn opgenomen in het Tussenrapport. Het Tussenrapport (inclusief de aanvullingen) is daarbij een deel

van het eindrapport. Ik verwacht dat het eindrapport helder is en duidelijk laat zien hoe de geselecteerde alternatieven scoren en waarop deze scores zijn gebaseerd.

Ik zal het eindrapport – evenals ik gedaan heb met het Tussenrapport – ter toetsing voorleggen aan de Commissie voor de m.e.r. en Deltares. Ik verwacht in de tweede week van januari 2017 het advies van de Commissie voor de m.e.r. te ontvangen. Uitgaande van dit advies en de reacties van de verschillende bestuursorganen en stakeholders zal ik in januari 2017 een besluit nemen over de toekomst van de verwerking van het productiewater uit Schoonebeek.”

2.3 Uitvoering en planning

Op dinsdag 22 november 2016 heeft de Minister middels een brief aan de NAM zijn besluit over het vervolgtrajec bekend gemaakt, en tevens aangegeven dat afstemming met een klankbordgroep onderdeel uitmaakt van het traject.

De klankbordgroep is samengesteld uit ambtelijke vertegenwoordigers van de betrokken provincies en gemeenten en het waterschap. In de klankbordgroep heeft tevens een vertegenwoordiging van de Stichting zitting. De klankbordgroep wordt door de NAM en RHDHV op de hoogte gehouden van de opzet, voortgang en bevindingen van het onderzoek. De NAM en RHDHV hebben aangegeven te trachten de vragen te beantwoorden en suggesties daar waar mogelijk mee te nemen in het onderzoek of de rapportage.

De Minister heeft gevraagd een complete en heldere rapportage op te stellen, binnen de beschikbare tijd tot begin december 2016. Doordat de NAM en RHDHV vooruitlopend op de brief van de Minister al zijn begonnen met vervolgwerkzaamheden, is de feitelijke onderzoeksperiode groter dan de circa drie weken tussen het versturen van de brief en de daarin aangegeven verwachte oplevering.

Planning vanaf oplevering eindrapport tot besluitvorming

De planning van onderzoek tot besluit van de Minister is als volgt:

- waterinjectie in Drenthe in velden die zich boven de Zechstein zoutlaag bevinden, alternatief 5.
- Vrijdag 9 december 2016 – oplevering eindrapport RHDHV door NAM aan EZ. EZ ontvangt eindrapport en verstuurt het aan Commissie voor de m.e.r., Deltares en klankbordgroep
- Maandag 12 december 2016 – toelichting eindrapport bij de commissie voor de m.e.r.
- Vrijdag 16 december 2016 – bijeenkomst klankbordgroep, waar uitleg plaatsvindt over bevindingen en vragen beantwoord kunnen worden
- Eerste week januari 2017 – mogelijk aanvullende bijeenkomst klankbordgroep
- Twee week januari 2017 – reacties van de leden van de klankbordgroep aan EZ
- Tweede helft januari 2017 – besluit Minister

Na het besluit van de Minister neemt NAM haar besluit

Het besluit van de minister geeft aan hoe de verwerking van productiewater in de toekomst plaatsvindt. Op basis van de uitspraak van de Minister, zal de NAM bepalen hoe de oliewinning Schoonebeek kan worden voortgezet. Dit kan er toe leiden, dat één van de hier gepresenteerde alternatieven of varianten gerealiseerd gaat worden. In dat geval zal nog een nadere uitwerking nodig zijn, gevolgd door een formeel traject van nieuwe vergunningaanvragen en mogelijk het opstellen van een nieuw milieueffectenrapport (MER).

3 Nadere uitwerking waterzuiveringsvarianten

Nadere uitwerking

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de beide zuiveringstechnieken, die tijdens de maatschappelijke dialoog zijn aangedragen, nader zijn uitgewerkt, zodat ze bij de afweging van alternatieven als varianten getoetst kunnen worden.

In het onderliggende rapport “Uitwerking zuiveringsvariant” opgenomen in bijlage 2 wordt aanvullende informatie gegeven.

3.1 Van innovatief naar bewezen en robuuste techniek

Tussenrapport bekijkt bewezen en robuuste oplossingen

In het Tussenrapport zijn de mogelijkheden het productiewater te zuiveren onderzocht. Daarbij is uitgegaan van bewezen en robuuste grootschalig inzetbare waterzuiveringstechnieken. Dat wil zeggen bewezen technieken, die in de praktijk al succesvol toegepast worden voor productiewater. Tevens dient de waterzuivering effectief te blijven bij mogelijke veranderingen van de waterkwaliteit in de loop van de tijd. Op basis hiervan zijn zuiveringstechnieken geselecteerd voor een gehele waterzuivering (tot zoet water dat geloosd kan worden op het lokale watersysteem), een gedeeltelijke zuivering (tot zout water dat geloosd kan worden op zee) en indikking tot brijn (voor beperking van de waterinjectie).

Twee innovatieve zuiveringsvarianten

Tijdens de beoordeling van de bevindingen uit het Tussenrapport heeft een aantal partijen aangegeven, dat er kansrijke nieuwe technieken beschikbaar komen, die wellicht tot betere resultaten voor waterzuivering kunnen leiden. Deze technieken zijn nog niet grootschalig getest op productiewater, maar kunnen mogelijk in de toekomst interessant zijn. Twee varianten zijn expliciet ingebracht, de DyVaR technologie van Saltech en de toepassingen van (divalente) elektrolyse membraantechnologie door de TU Delft. In de rapportage Uitwerking zuiveringsvarianten (bijlage 2, Royal HaskoningDHV, 2016) zijn beide varianten uitgewerkt. Hier zijn de bevindingen samengevat.

Uitwerken opties tot toetsbare varianten

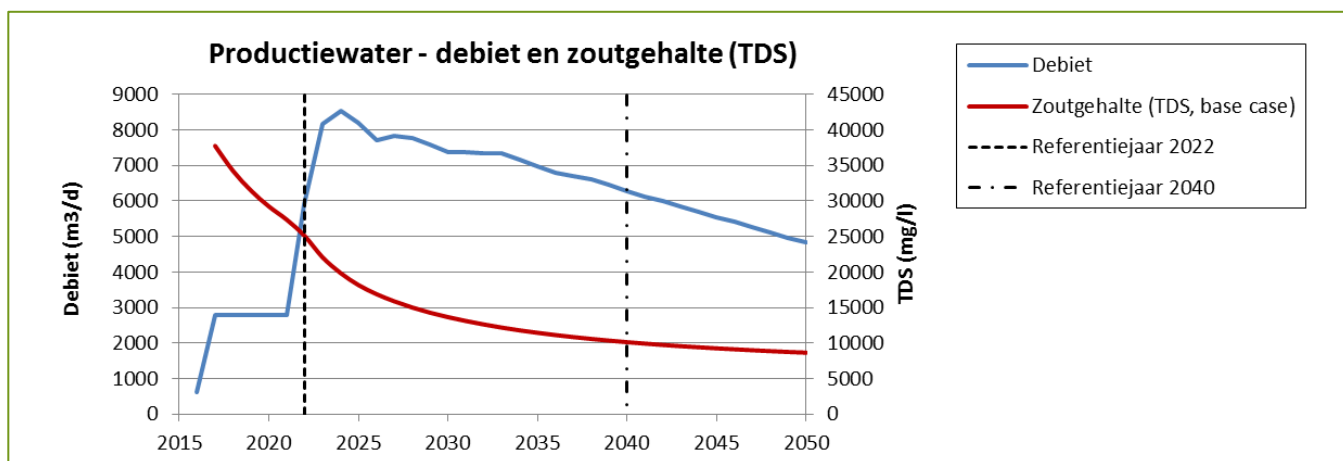
Beide innovatieve technologieën worden nog niet als robuust voor toepassing in Schoonebeek beschouwd, doordat er geen voorbeelden zijn waar ze zijn ingezet voor grootschalige zuivering van het type en volume productiewater dat in Schoonebeek vrijkomt. Om vast te stellen hoe kansrijk de technologieën zijn, is er bij de alternatieven afweging vanuit gegaan dat ze daadwerkelijk toepasbaar zijn. Voor beide technieken is een complete variant uitgewerkt, zoals deze in de toekomst mogelijk haalbaar is. Tijdens workshops met Saltech en de TU Delft zijn de varianten technisch zodanig doorgesproken, dat deze met de nodige aannames vergeleken kunnen worden met de reeds eerder getoetste grootschalige oplossing.

Mocht hieruit blijken dat een techniek beter scoort dan andere alternatieven, dan kan een route uitgestippeld worden om te komen tot een bewezen robuuste techniek, onder meer door het uitvoeren van testen op het productiewater. Hiermee kan dan worden bepaald of de aangenomen effectiviteit van de waterzuivering in de praktijk haalbaar is en of bijvoorbeeld bij de restproducten de kwaliteit van wegzout behaald kan worden.

Uitgangspunten voor de zuiveringsvarianten

Om de varianten van waterzuivering vergelijkbaar te maken wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid productiewater en samenstelling. In het Tussenrapport is de te verwachten waterkwaliteit van het

productiewater beschreven. Het is de verwachting dat de waterkwaliteit geleidelijk aan zal veranderen, zoals eveneens beschreven is in het Tussenrapport. Deze gegevens zijn ook bij het uitwerken van innovatieve varianten als maatgevend gebruikt. De hoeveelheid productiewater voor alle varianten bedraagt 8.000 m³ per dag.



Figuur 1. Overzicht van de verwachte hoeveelheid productiewater en het zoutgehalte op basis van TDS (bron: NAM)

Geen H₂S-binder als mijnbouwhulpstof, wel H₂S

Bij de kwaliteit van productiewater is een aanname gedaan met betrekking tot de aanwezigheid van mijnbouwhulpstoffen. Er wordt geen H₂S-binder toegepast, zodat in het productiewater rekening moet worden gehouden met verhoogde H₂S-gehalten. Dit heeft tevens tot gevolg dat de transportleidingen binnen het Schoonebeek olieveld H₂S-bestendig dienen te zijn, wat mogelijk vervanging van de huidige transportleidingen betekent.

Aannames ten aanzien van lozingseisen

Na de waterzuivering dient de waterkwaliteit zodanig te zijn dat lozing op oppervlaktewater mogelijk is. De lozingseisen zijn op hoofdlijnen te verwachten, maar kunnen per watergang verschillend zijn, afhankelijk van de voorschriften voor de ecologische waterkwaliteit, opgesteld voor de Europese Kaderrichtlijn Water. Gezien de relatief grote hoeveelheid te lozen water, zal de vereiste waterkwaliteit mede op basis van berekeningen vastgesteld kunnen worden (op basis van een zogenaamde emissie/immissie-toets) (zie bijlage 4, brief Vechtstromen). Bij de uitwerking van de varianten is een aanname gedaan met betrekking tot de vereiste waterkwaliteit.

Samenstelling van de restproducten

Bij de waterzuivering ontstaan restproducten. Indien de restproducten een voldoende zuivere samenstelling hebben, is het wellicht mogelijk deze te hergebruiken, afhankelijk van de marktvraag naar deze producten. De voorwaarden waaronder resterend zout als dooimiddel herbruikbaar is, wordt bepaald door de condities vanuit Rijkswaterstaat. Deze zijn in de afweging meegenomen. Rijkswaterstaat heeft per mail de pekelspecificatie (2012) en vast zout specificatie (2015) aangeleverd.

Onderliggende notitie met uitwerking van de varianten

In de onderliggende notitie zijn de varianten uitgewerkt, waarbij tevens de aangenomen kwaliteit van het productiewater en de eveneens aangenomen condities voor lozingsnormen zijn beschreven.

3.2 Variant MVR en kristallisatie

De beide varianten voor waterzuivering kunnen ingepast worden in de waterzuiveringsopstelling, zoals beschreven in het Tussenrapport. Dit geeft een complete variant die vergelijkbaar is met de andere varianten. Ter vergelijking wordt eerst de Tussenrapport variant gepresenteerd. De aanpassingen in de innovatieve varianten worden daarna aangegeven.

Processchema

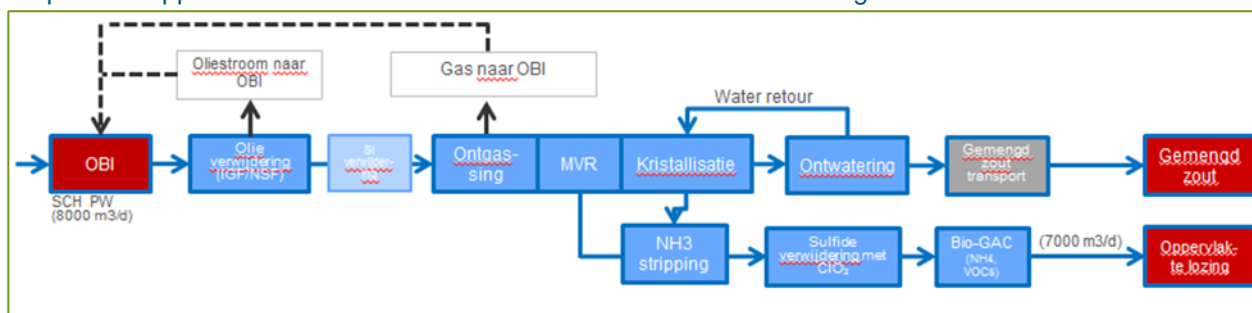
Het processchema bestaat uit de volgende stappen (zie figuur 2):

- Olieverwijdering,
- Silica verwijdering (optioneel),
- Ontgassing,
- Verdamping,
- Kristallisatie,
- Ontwatering.

De vluchtige componenten zullen in het distillaat terechtkomen en zullen moeten worden verwijderd voor dit geloosd kan worden. Hiervoor zijn de volgende stappen in het proces geïntegreerd:

- Ammoniak verwijdering (inclusief behandeling van de reststroom),
- Sulfide verwijdering,
- Verwijdering van vluchtige organische koolwaterstoffen (VOC),
- Koeling (optioneel).

De processtappen worden in het onderstaande nader beschreven en uitgewerkt.



Figuur 2: Proces schema optie zoutkristallisatie en lozing op oppervlaktewater.

Reststoffen

De waterzuivering levert in peiljaar 2022 naast schoon en te lozen water tevens circa 200 ton per dag gemengd zout op, dat niet herbruikbaar is. De aanname is dat dit gemengde zout voor de lange termijn opgeslagen moet worden.

3.3 Saltech – DyVaR techniek

De firma Saltech met haar DyVaR techniek is tijdens de maatschappelijke dialoog als kansrijke variant ingebracht. Op verzoek van de Provinciale Staten van Overijssel heeft er een presentatie plaatsgevonden. Er heeft tevens overleg plaatsgevonden met de NAM, voordat in meerdere workshops de onderstaande

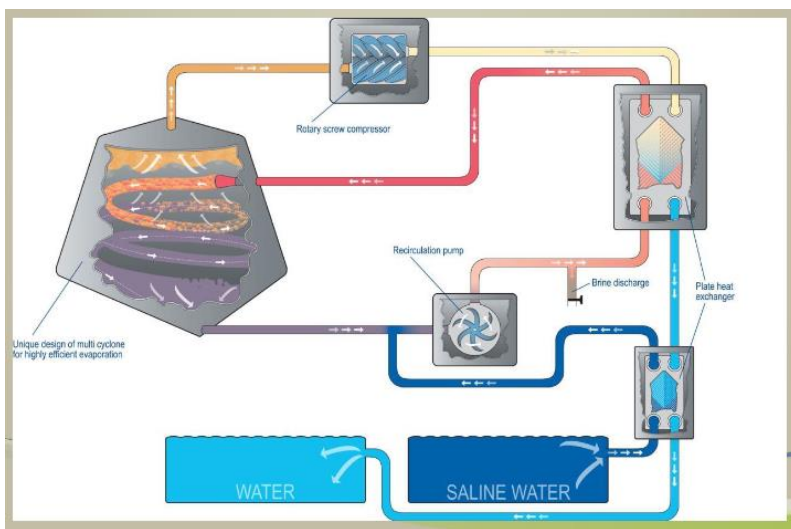
variant is ontwikkeld. Bij de ontwikkeling zijn experts van Salttech, NAM, Shell en Royal HaskoningDHV betrokken geweest.

Met Salttech is in eerste instantie een workshop gehouden op 7 november 2016 bij de firma NieuweWeme in Oldenzaal. Deze locatie werd gekozen omdat daar een pilotinstallatie met een capaciteit van circa 1,5 m³/uur gereed stond en zo de techniek kon worden bekeken. Vervolgens is vanaf 17 november 2016 gedurende 3 dagen de variant en kenmerken van deze variant uitgewerkt.

De technologie kan gezien worden als een mogelijke variant voor de line-up met MVR en kristallisatie, waarbij deze twee stappen vervangen worden door DyVaR.

Variant DyVaR

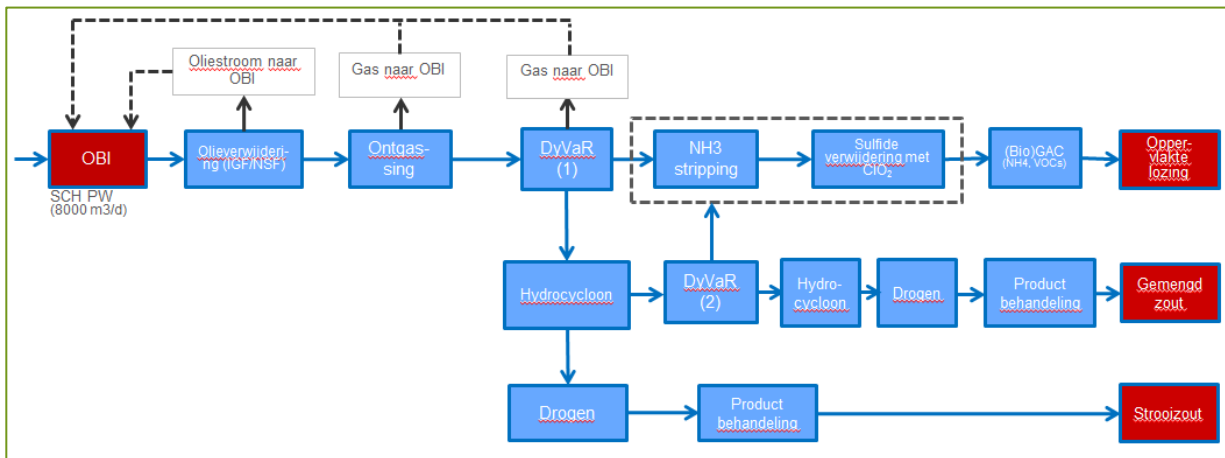
De DyVaR-technologie is een gepatenteerde technologie waarin verdamping en kristallisatie worden gecombineerd in een enkele processtap. Hierdoor vermindert het energieverbruik ten opzichte van line-ups waarin deze processen in gescheiden processtappen plaatsvinden. Het influent wordt op een speciale manier in de verdampingsunit geïnjecteerd, waardoor deze tevens een cyclonische werking heeft. Hierdoor ontstaat er een beschermende waterlaag aan het binnenoppervlak welke de verdampingsunit beschermt tegen scaling en corrosie. De gevormde brijnstromen zal verder moeten worden ontwaterd in een hydrocycloon en eventueel gedroogd.



Figuur 3: Schematische weergave van de DyVaR technologie.

DyVaR als onderdeel van een complete waterzuiveringsvariant

- Er zijn voorbereidingen nodig, welke vergelijkbaar zijn met de variant uit het Tussenrapport.
- DyVaR kan daardoor ingebouwd worden in de variant uit het Tussenrapport, als optimalisatie voor de stappen MVR en kristallisatie.
- Dit is in onderstaande line-up weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: Proces schema DyVaR optie.

Restproducten

Voor de toepassing op het productiewater van Schoonebeek is gekeken naar de optie om strooizout te produceren uit de brijnstream. Doordat in de DyVaR de indikkingsfactor kan worden aangepast, kan het kristallisatieproces worden gestuurd. Hierdoor biedt deze technologie potentieel goede mogelijkheden voor de productie van specifieke zoutstromen. Echter, uit nadere studie is gebleken dat de vorming van een zoutproduct dat voldoet aan de specificaties voor strooizout, slechts gedeeltelijk, tot ongeveer 50%, mogelijk is na de eerste DyVaR stap. Een hydrocycloon met centrifuge splitsen deze 50% NaCl af van de brijn. In de gepresenteerde line-up is een tweede DyVaR stap opgenomen, waarin het vloeibare restbrijn met de gemengde restzouten verder wordt behandeld.

In hoeverre een bewezen techniek?

De DyVaR technologie is voor andere toepassingen dan voor de situatie in Schoonebeek al toegepast en bewezen. Het is niet mogelijk om direct de DyVaR technologie via een testopstelling uit te proberen op het beschikbare type productiewater van Schoonebeek. In Oldenzaal bevindt zich een installatie voorzien van één DyVaR-stap. Er zijn echter twee DyVaR-stappen nodig voor een effectieve waterzuivering.

Reststoffen

De waterzuivering van Schoonebeek productiewater levert naast schoon en te lozen water tevens circa 200 ton gemengd zout per dag op. De helft van het restproduct is relatief schoon zout, NaCl, wat herbruikbaar is. Daarnaast ontstaat circa 100 ton gemengd zout per dag, dat niet herbruikbaar is. De aanname is dat dit gemengde zout opgeslagen moet worden. In de loop van de jaren zal het zoutgehalte afnemen, waarbij naar verwachting het gedeelte schoon zout ongeveer de helft zal zijn.

Nog nader te onderzoeken aspecten om tot robuustheid te komen

Om de toepasbaarheid van de DyVaR technologie beter vast te stellen zal nader onderzoek nodig zijn. Hiermee kan worden vastgesteld in welke mate de aangenomen aspecten zoals ontwerpcriteria, de productkwaliteit en het kostenniveau overeen komen met de praktijkomstandigheden. Daarna kan de bouw van een pilotplant overwogen worden.

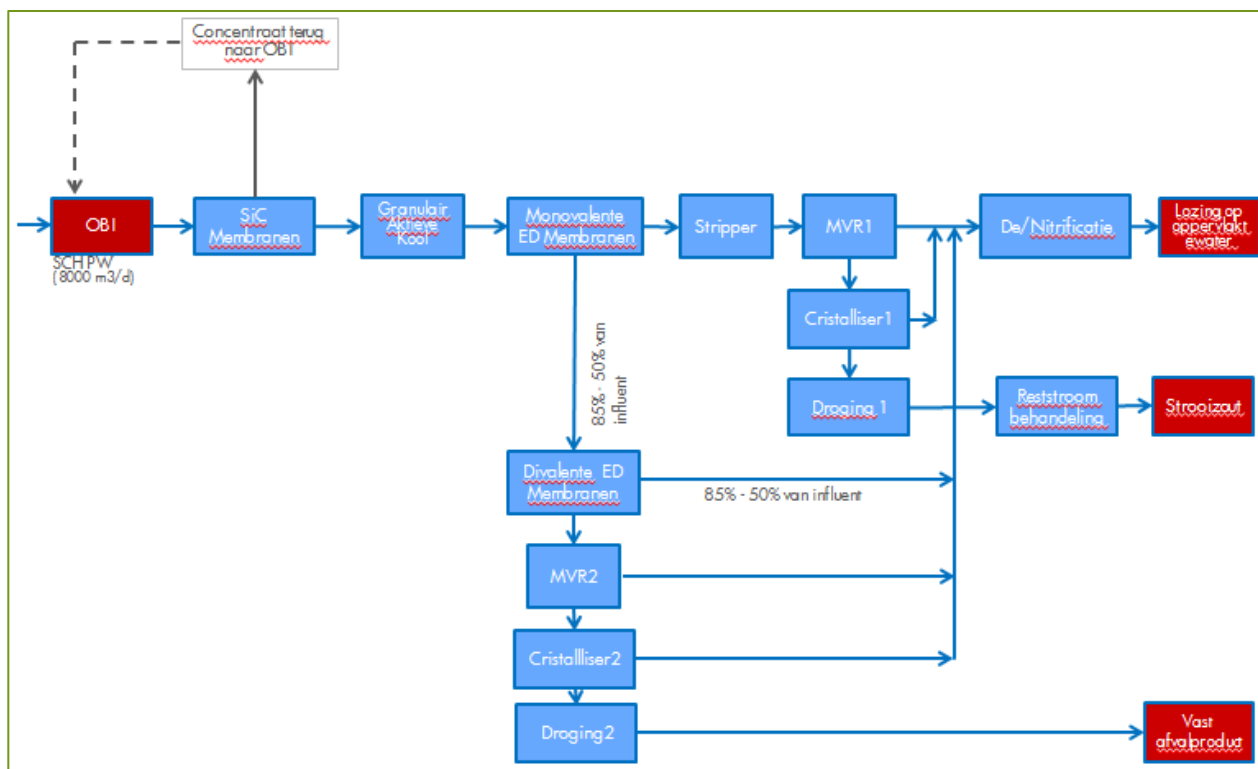
3.4 Electro Dialyse – TU Delft

Met de specialisten van TU Delft zijn op donderdag 10 en 24 november twee workshops gehouden bij Shell in Amsterdam. Hierbij is de technologie nader toegelicht en uitgewerkt.

Het processchema zoals voorgesteld door de TU Delft bestaat uit de volgende stappen (zie figuur 5):

- Olieverwijdering,
- Keramische membranen,
- Actieve kool,
- Monovalente elektrodialyse (ED),
- Stripping van de productstroom van de monovalente ED,
- MVR + Kristallisatie op de productstroom van de monovalente ED,
- Divalente ED passage van de reststroom van de ED,
- MVR + Kristallisatie op de productstroom van de divalente ED en
- Biologische nitrificatie/denitrificatie van de productstroom monovalente ED, reststroom divalente ED en distillaat MVR.

De processtappen zullen in het onderstaande nader worden beschreven en uitgewerkt.



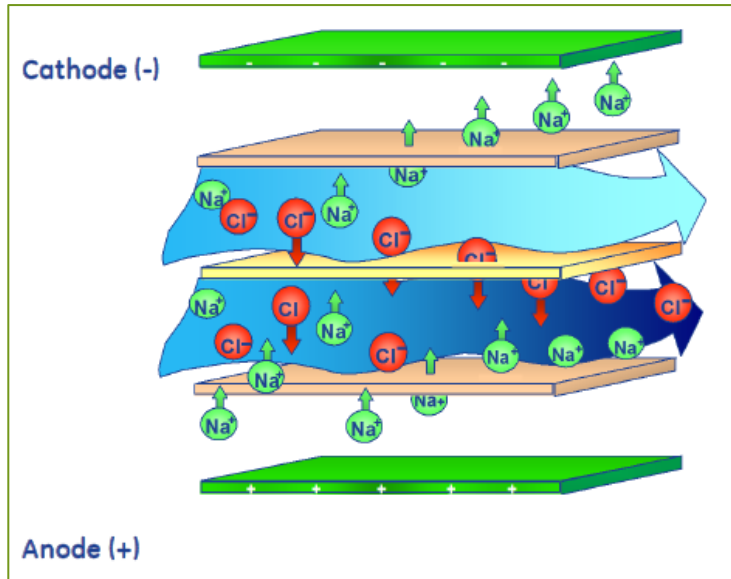
Figuur 5: Proces schema ED optie

Bij elektro dialyse worden geladen componenten door middel van selectief doorlaatbare membranen en elektrische lading uit de waterfase geconcentreerd. In figuur 6 staat dit proces schematisch weergegeven. Positief geladen deeltjes zullen worden aangetrokken door de anode, negatief geladen deeltjes door de kathode. Door membranen die enkel negatief geladen deeltjes doorlaten (en positief geladen deeltjes afstoten) om-en-om te plaatsen met membranen die enkele positief geladen deeltjes doorlaten, ontstaat er een geconcentreerde stroom tussen deze membranen: de concentraatstroom. Deze technologie is daarmee zeer geschikt om zouten te verwijderen.

Er bestaan verschillende typen membranen, met verschillende eigenschappen. Zo laten monovalent specifieke membranen enkel eenwaardige ionen door en kunnen deze ionen dus selectief worden

verwijderd. Een punt van aandacht is echter dat de membranen een selectiviteit hebben van 90%, waardoor 10% van de ionen in het effluent achter blijven.

Deze technologie wordt onder andere toegepast voor proceswater (ultra puur) bereiding, de haalbaarheid van deze technologie voor de behandeling van productiewater zal echter nog uitvoerig moeten worden onderzocht.



Figuur 6: Schematische weergave elektrolyse proces (bron GE)

ED in line-up TU Delft

In de voorgestelde line-up van de TU Delft wordt het permeaat van de ceramische membranen door een ED unit met monovalente membranen geleid. Hierin ontstaat een geconcentreerde stroom (15% van het influent) met 90% van de eenwaardige zouten.

De verdunde stroom (85% van het influent) zal met name de 2 waardige zouten bevatten (+ 10% van de eenwaardige zouten). Door toepassing van een divalente ED-stap worden deze 2-waardige ionen uit de waterstroom verwijderd onder vorming van een concentraat stroom met de 2-waardige ionen.

Reststoffen

De waterzuivering levert naast schoon en te lozen water tevens circa 200 ton gemengd zout per dag op. Hiervan is ongeveer 160 ton relatief schoon zout, NaCl, wat herbruikbaar is. Daarnaast ontstaat circa 40 ton gemengd zout, dat niet herbruikbaar is. De aanname is dat dit gemengde zout opgeslagen moet worden. In de loop van de jaren zal het zoutgehalte afnemen, waarbij naar verwachting het gedeelte schoon zout ongeveer de helft zal zijn.

Nog nader te onderzoeken aspecten om tot robuustheid te komen

Om de definitieve toepasbaarheid van de ED line-up vast te stellen zal nader onderzoek nodig zijn. Anders dan bij de DyVaR technologie, zal hiervoor een pilot vanaf de basis moeten worden opgebouwd, wat een veel uitgebreidere voorbereiding vergt en een waarschijnlijk veel langere onderzoeksperiode. Uiteindelijk kan dan worden vastgesteld in welke mate de aangenomen aspecten zoals ontwerpcriteria, de productkwaliteit en het kostenniveau overeen komen met de praktijkomstandigheden.

3.5 Aanvullende waterzuivering bij waterinjectievariant 4.4

Naast de bovenbeschreven varianten waarbij het productiewater zodanig wordt gezuiverd dat er schoon water over blijft om te lozen op het oppervlaktewater, is er tevens een beperkte waterzuivering opgenomen in één van de waterinjectievarianten (variant 4.4). Bij deze waterzuivering wordt in beperkte mate stoffen uit het productiewater verwijderd.

Verhoogde waarden van CO₂ en BTEX in het productiewater worden verlaagd, zodat deze beneden de huidige vergunningsvoorwaarden van de waterinjectie in Twente komen. Hiervoor vindt ontgassing plaats in combinatie met chemische sulfide oxidatie:

- Ontgassing: BTEX (Benzeen, Tolueen, Ethyl Benzeen en Xylenen), H₂S en CO₂ worden na dosering van een zuur en stripping met stoom of aardgas afgevoerd als stripgas. Dit stripgas wordt mogelijk eerst ontdaan van H₂S, waarna het resterende BTEX en CO₂ houdende gas in de stoomketel worden verbrand. Een ontgassingsunit en toevoeging van HCl worden gebruikt om het CO₂, BTEX en H₂S te verwijderen.
- Chemische sulfide oxidatie van H₂S door toevoegen van ClO₂. Het resulterende verhoogd sulfaat gehalte leidt niet tot meer biocide gebruik omdat resistente materialen zijn gebruikt.

Bij deze variant ontstaat geen restproduct van gemengd zout.

4 Nadere uitwerking gebruik mijnbouwhulpstoffen

Nadere uitwerking

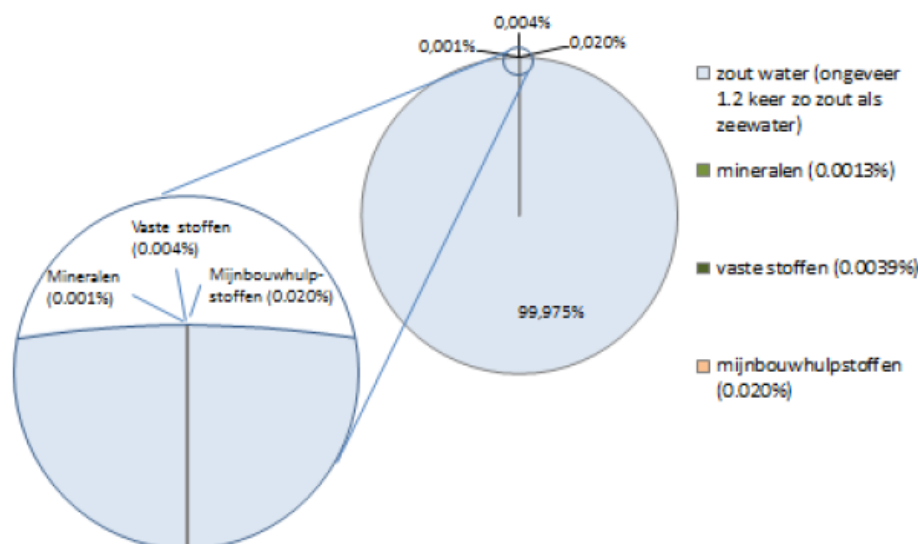
In dit hoofdstuk wordt beschreven welke mijnbouwhulpstoffen worden toegepast en onder welke omstandigheden het aantal en de hoeveelheid mijnbouwhulpstoffen beperkt kan worden.

In het bijlaggerapport “Invulling minimalisatie van mijnbouwhulpstoffen binnen onshore NAM” is nadere achtergrond gegeven. Daarnaast biedt het specialistische rapport “Geochemical compatibility Of Schoonebeek oil field production water with Zechstein reservoirs” aanvullende informatie.

4.1 Gebruik van mijnbouwhulpstoffen

Waarom zijn mijnbouwhulpstoffen nodig?

Het productiewater bestaat voor 99,97% uit formatiewater verdund met gecondenseerde stoom uit het oliereservoir van Schoonebeek. De overige 0,03% bestaat uit natuurlijke mineralen en uit stoffen die in het productieproces toegevoegd zijn. Zoals beschreven in het Tussenrapport zijn deze stoffen niet gevaarlijk volgens de CLP richtlijnen in de toegepaste concentraties (de concentraties die hier worden gebruikt, leiden niet tot een gevaarclassificatie van het injectiewater) en worden ook bij andere toepassingen gebruikt. Doel van deze mijnbouwhulpstoffen is om het materiaal van de transportleidingen, de putten en de installaties te beschermen, en om het scheidingsproces te verbeteren waarbij olie van water wordt gescheiden. Daarnaast worden sommige mijnbouwhulpstoffen incidenteel toegepast, bijvoorbeeld om het functioneren van een productieput of waterinjectieput te verbeteren.



Samenvatting monitoring kwaliteit injectiewater Twente – jaarrapportage 2015

Figuur 7: Samenstelling injectiewater (bron NAM, jaarrapportage 2015)

Selectie van de mijnbouwhulpstoffen

Bij de selectie van mijnbouwhulpstoffen wordt er naar gestreefd de risico's voor mens, milieu en de installaties zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden. In eerste instantie wordt getracht niet-chemische oplossingen toe te passen. Is dat niet haalbaar, dan wordt er een product gekozen met een zo laag als redelijkerwijs mogelijk risico. Dit wordt gebaseerd op onder meer informatie uit het door de leverancier

aangeleverde REACH conform veiligheidsinformatieblad, beoogde toepassing, gebruikshoeveelheden en gebruiksomstandigheden.

Hoe zijn de mijnbouwhulpstoffen samengesteld?

De mijnbouwhulpstoffen hebben daarmee ieder een specifieke functie. Ze zijn bedrijfsmatig ontwikkeld, waarbij alleen de producent de precieze samenstelling kent, zoals de firma Coca Cola alleen de precieze formule van de frisdrank Coca Cola kent. Hoewel de precieze samenstelling niet bekend is, moet het wel duidelijk zijn dat de stoffen niet gevaarlijk zijn voor het gebruik. Aan de hand van risico-kaarten beschrijft de leverancier de veiligheidsaspecten. Dit is volgens wettelijke voorschriften, waarbij SodM toezicht en controle houdt. Daarnaast geeft de leverancier SodM vertrouwelijk inzicht in de samenstelling van de mijnbouwhulpstoffen. Het is zodoende voor de NAM niet mogelijk om de precieze samenstelling van de mijnbouwhulpstoffen te benoemen, maar wel de mate waarin de stoffen gevaarlijk of schadelijk kunnen zijn.

Het is van belang om na te gaan in hoeverre de voorgestelde waterzuivering (Alternatief 1) reageert op de eigenschappen van de mijnbouwhulpstoffen. Het is over het algemeen niet wenselijk mijnbouwhulpstoffen te lozen op het oppervlaktewater. De meeste mijnbouwhulpstoffen blijken erg lastig te verwijderen uit het productiewater. Dat betekent dat bij de waterzuiveringsvarianten mogelijk leidingen en installaties vervangen moeten worden, zodat ze van een ander materiaal zijn en daarmee gebruik van mijnbouwhulpstoffen wordt voorkomen.

Ook voor de interactie van mijnbouwhulpstoffen met het reservoir, waarin waterinjectie plaatsvindt, is het van belang de eigenschappen en eventuele chemische reacties te kunnen voorzien. Uit metingen is gebleken dat rondom de putten geen aantasting van het gesteente heeft plaatsgevonden, wat als indicatie geldt dat er geen reactie plaats vindt. Bij een sterk zure samenstelling zou een reactie mogelijk kunnen zijn met het kalkgesteente, maar de mijnbouwhulpstoffen zijn niet zuur.

In het productiewater komt $BaSO_4$ voor, dat in het reservoir mogelijk kan neerslaan. Om dit te voorkomen wordt $BaSO_4$ -aanslagremmer gebruikt en wordt in de injectieput de injectiedruk gemonitord. Indien deze sterk oploopt, kan dat wijzen op neerslag van $BaSO_4$ met als gevolg afname van de injectiviteit van het reservoir. Deze monitoring vindt plaats vanuit de centrale controle ruimte van de NAM. Zodra de druk in de put te sterk toeneemt, wordt de waterinjectie gestaakt. Indien er vanuit de controlekamer niet ingegrepen zou worden, dan treedt er een automatisch injectiestop in werking, omdat de pomp op de injectieput een maximale druk begrenzing heeft.

Welke mijnbouwhulpstoffen worden gebruikt?

De mijnbouwhulpstoffen worden in drie categorieën onderverdeeld:

- voor bescherming van materialen en installaties;
- voor optimalisatie van het scheidingsproces;
- voor incidentele gevallen.

De belangrijkste mijnbouwhulpstoffen voor bescherming van materialen en installaties zijn biocide, H_2S -binder (sulfide-bindende stoffen) en corrosieremmers.

- Biociden worden gebruikt om aantasting van de leidingen en installaties door bacteriën te voorkomen. Bij de oliewinning Schoonebeek worden in de huidige situatie biociden zeer beperkt gebruikt. De nieuwe transportleiding vanaf de Hulte naar Rossum Weerselo maakt het gehele tracé van Schoonebeek naar Rossum Weerselo weinig gevoelig voor aantasting. Voor het waterinjectie alternatief met waterinjectie in de Drenthe velden, geldt dat indien gebruik wordt gemaakt van

bestaande leidingen, de leidingen beschermd moeten worden tegen bacteriële corrosie door middel van biocide.

- H₂S kan materialen in het Schoonebeek veld aantasten en zo de kans op lekkage daar vergroten. Zoals in het Tussenrapport beschreven, is de hoeveelheid meegeproduceerd H₂S hoger dan oorspronkelijk voorzien. Er moet rekening mee gehouden worden dat dit in de toekomst ook het geval zal zijn. H₂S-binder wordt gebruikt om de leidingen in het Schoonebeek veld te beschermen
- Corrosieremmers worden algemeen gebruikt in de olie- en gaswereld om CO₂-corrosie van leidingen en putten te voorkomen. Voor de putintegriteit is het belangrijk de corrosieremmer te blijven gebruiken en putcorrosie te beperken.

Bij de mijnbouwhulpstoffen geldt dat ook de bescherming van de Oliebehandelingsinstallatie (OBI) van belang is. Hier geldt dat vooral het gebruik van biocide mogelijk nodig is om bacteriële corrosie te voorkomen. Het gebruik van biocide kan in dat geval worden voorkomen door de OBI te vervangen door een resistent materiaal. Deze afweging valt buiten het kader van deze Herafweging.

Voor optimalisatie van het scheidingsproces wordt een vlokmiddel (demulsifier) en een waterreiniger gebruikt. Hierdoor wordt de olie beter afgescheiden van het water. Dit heeft als voordeel dat het productiewater minder olieachtige stoffen bevat en de olieproductie hoger is.

Voor incidenteel gebruik worden mijnbouwhulpstoffen bij onderhoud en reparatie gebruikt. Dit vindt plaats in de installaties bij de oliescheiding, maar ook in de putten en leidingen. Dit geldt voorzuurstofbinder. Wanneer het zuurstofgehalte in het water groter is dan 10 ppb wordt tijdelijk een zuurstofbinder toegevoegd.

4.2 Beperking van mijnbouwhulpstoffen

Wat is er al gedaan om gebruik te beperken?

De doseringen van mijnbouwhulpstoffen zijn zo laag als technisch mogelijk. Zo is de dosering van een corrosieremmer significant teruggeschoefd, nadat aanvullend testwerk specifiek voor de huidige Schoonebeek situatie heeft aangetoond dat er minder corrosie inhibitor nodig is.

Daarnaast wordt de dosering frequent aangepast op de productie omstandigheden. Zo wordt de demulsifier dosering gebaseerd op de daadwerkelijke olieproductie om overdosering te voorkomen. H₂S-binder dosering wordt aangepast, afhankelijk van H₂S-concentratie, temperatuur, en zoutgehalte. Daarnaast heeft metallurgisch onderzoek uitgewezen dat minder H₂S-binder toegediend hoeft te worden, en dat sommige putten helemaal zonder H₂S-binder kunnen functioneren.

Mijnbouwhulpstoffen worden alleen toegepast indien het noodzakelijk is om het productieproces goed te laten verlopen. Zo blijkt momenteel dat anti-bariumsulfaat aanslagvloestof niet meer noodzakelijk is. Toevoeging van waterreiniger, zuurstofbinder en anti-schuimmiddel vindt alleen plaats wanneer een verstoring van een specifieke waarde wordt geconstateerd, totdat deze waarde weer is gecorrigeerd.

Mogelijke toekomstige reductie van mijnbouwhulpstoffen

Naast het huidige beperkte gebruik is het mogelijk om het toekomstige gebruik van mijnbouwhulpstoffen te reduceren door de volgende aanpassingen:

- Door het vervangen van stalen watertransportleidingen door kunststofleidingen, zoals naar het Rossum – Weerselo veld, zal er naar verwachting geen biocide meer nodig zijn voor het transport vanaf de OBI.

In waterpompen en injectieputten zal de microbiologische geïndiceerde corrosie naar verwachting niet optreden, vanwege de hoge stroomsnelheid.

- Naar verwachting zal het H₂S-gehalte in het oliewatermengsel na enkele jaren weer gaan afnemen, en zal H₂S-binder dosering verder beperkt kunnen worden.
- Door het vervangen van stalen waterleidingen door kunststofleidingen hoeven deze niet meer beschermd te worden tegen CO₂-corrosie met corrosieremmer. Echter, corrosieremmer blijft noodzakelijk voor de injectieputten.

Door grootschalig buisleidingen te vervangen, kunnen de mijnbouwhulpstoffen mogelijk beperkt worden tot enkel corrosieremmer. Dit is een mijnbouwhulpstof die zeer algemeen wordt toegepast, niet alleen in de olie- en gasindustrie, maar ook bij bijvoorbeeld geothermieprojecten.

Nieuw onderzoek om gebruik te beperken

Bacteriën

NAM doet onderzoek aan niet-chemische alternatieven om bacteriële corrosie te beperken. Het gebruik van ultraviolet licht om bacteriën te doden is hierbij een nieuwe techniek die wellicht in de toekomst beschikbaar komt.

H₂S analyser

NAM ontwikkelt op dit moment in samenwerking met een extern bedrijf apparatuur dat online H₂S in de productiestroom bij de winput kan detecteren. Aan de hand van de meetwaarden kan de dosering H₂S-binder in het olie-water mengsel direct aangepast worden. Dit voorkomt overdosering van H₂S-binder dat naast een kostenbesparing ook milieutechnisch voordelig is.

Metallurgisch onderzoek

NAM verricht uitvoerig metallurgisch onderzoek om de inzet van mijnbouwhulpstoffen zoals H₂S-binder te beperken. In laboratoria wordt volgens gestandaardiseerde methoden materiaalgedrag bestudeerd. Zo wordt de mate van corrosievastheid onder verschillende temperatuur- en saliniteitomstandigheden onderzocht en worden residuale materiaalspanningen bepaald. Specifieke duurtesten worden gehouden om vast te stellen in hoeverre de dosering van H₂S-binder gereduceerd of zelfs helemaal gestopt kan worden

De opgedane kennis stelt NAM in staat op verantwoorde wijze olieproductieputten te monitoren en H₂S-binder daar slechts noodzakelijkerwijs in te zetten.

Voor metallurgisch onderzoek maakt NAM gebruik van de expertise en faciliteiten van het Shell Research and Technology Centre Amsterdam. Een deel van de onderzoeken wordt gedaan bij het internationale testlaboratorium van TWI Ltd in Cambridge. Naast de materiaalexperts van Shell zijn voor consultatie en peer reviews ook experts aanwezig van de aandeelhouders werkzaam in de oliewinning in Duitsland.

Gebruik mijnbouwhulpstoffen per alternatief en variant

Bij de waterzuiveringsvarianten (Alternatief 1) wordt er van uit gegaan dat het gebruik van H₂S-binder vermeden moet worden omdat deze moeilijk uit het water te halen is. Dat heeft tot gevolg dat mogelijk leidingen en installaties vervangen moeten worden, wat leidt tot aanvullende kosten. Tevens zal bij de waterzuivering rekening moeten worden gehouden met hogere H₂S-gehalten. Bij de waterzuiveringsvarianten (Alternatief 1) wordt er vanuit gegaan dat biocide en corrosieremmer niet meer toegediend hoeven te worden. Deze mijnbouwhulpstoffen zijn uitsluitend nodig voor watertransport en injectie.

Voor de waterinjectievarianten (Alternatief 4) zijn verschillende situaties aangehouden per variant. Deze hebben betrekking op het verbeteren van de water kwaliteit, met name op het minder toepassen van mijnbouwhulpstoffen. Het verminderen van mijnbouwhulpstoffen heeft naast een beleidsmatige achtergrond, voorkeur vanwege de reductie in chemicaliën gebruik en de mogelijke beperking van risico's.

- Bij variant 4.2 wordt de toevoeging van biocide aan het productiewater geminimaliseerd. De biocide wordt toegevoegd om stalen watertransportleidingen te beschermen. De (kunststof) pijp-in-pijpconstructie zorgt er voor dat productiewater naar verwachting zonder biociden kan worden afgevoerd naar Rossum Weerselo. Voor de afvoer van productiewater naar Schoonebeek Gas, Coevorden, en Oosterhesselen kan bacteriologische aantasting ontstaan van de bestaande buisleidingen naar de injectielocaties. Door deze te vervangen door kunststofleidingen, wordt het gebruik van biociden geminimaliseerd.
- Bij variant 4.3 vindt verdere verbetering van de waterkwaliteit plaats, door de toevoeging van H₂S-binder te minimaliseren. H₂S kan de leidingen in het Schoonebeek olieveld aantasten, zodat voor deze variant ook deze leidingen vervangen moeten worden. Hiermee ontstaat productiewater dat vrijwel alleen nog corrosieremmer als mijnbouwhulpstof bevat.
- Bij variant 4.4 wordt aanvullend op bovenstaande aanpassingen, tevens verhoogde waarden van CO₂ en BTEX in het productiewater verlaagd, zodat deze beneden de huidige vergunningsvoorwaarden van de waterinjectie in Twente komen. Hiervoor vindt ontgassing plaats in combinatie met chemische sulfide oxidatie.

5 Nadere uitwerking gasvelden voor waterinjectie

Nadere uitwerking

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke gasvelden en putten mogelijk in aanmerking komen voor waterinjectie. In het Tussenrapport, en bij de vergunningaanvragen voor waterinjectie, zijn de gasvelden van Twente in beeld gebracht, zodat in dit hoofdstuk de gasvelden in Drenthe besproken worden.

In het Tussenrapport is de afweging van mogelijke opslagopties in de diepe ondergrond beschreven. Opslag in leeg geproduceerde gasvelden heeft de voorkeur boven opslag in een waterlaag omdat in de leeg geproduceerde gasvelden een onderdruk heerst. Hierdoor kan het water blijvend worden opgeslagen. In Duitsland blijkt geen ruimte te zijn voor opslag van productiewater. Dit heeft er toe geleid dat (vrijwel) leeg geproduceerde Nederlandse gasvelden in de buurt van Schoonebeek zijn onderzocht.

De waterinjectie is beschreven in het Tussenrapport. Hierin zijn voor Alternatief 4, waarbij waterinjectie plaats vindt in zowel Twente als Drenthe, verschillende varianten uitgewerkt, met meer of minder mijnbouw hulpstoffen. Onderstaand wordt nader ingegaan op de mogelijke velden en putten.

De Stichting SAT heeft voorgesteld waterinjectie in de provincie Drenthe nabij de oliewinning toe te passen, in velden gelegen boven de zoutafzetting van de Zechsteinformatie. Waterinjectie in dit type velden is opgenomen als Alternatief 5. Onderstaand wordt onderzocht welke velden hiervoor in aanmerking komen. De Minister heeft in zijn brief al aangegeven dat het Roswinkelveld niet nader onderzocht hoeft te worden. Gezien de seismische activiteit bij dit veld in het verleden wordt het Roswinkelveld ongeschikt geacht voor waterinjectie.

Onderstaand worden eerst de mogelijke gasvelden in beeld gebracht, om te komen tot een overzicht van in potentie geschikte velden. Vervolgens worden de afzonderlijke putten in de potentiële geschikte velden bekeken, waarbij de geschiktheid per put op basis van mogelijk injectievolume en potentiële risico's wordt beoordeeld wordt.

Daarnaast worden de bestaande transportleidingen in beeld gebracht en de vraag in hoeverre deze bruikbaar zijn of aangepast moeten worden.

5.1 Selectie gasvelden voor waterinjectie

Twentevelden zijn al eerder beschreven

De reservoirs en putten van de Twentevelden zijn eerder al beschreven in het MER van 2006, de vergunningsaanvragen en de waterinjectievergunning. In de NAM rapporten sinds de start van waterinjectie is beschreven hoe de putten en reservoirs reageren op de waterinjectie tijdens de afgelopen jaren. Dit is samenvattend beschreven in het Tussenrapport, hoofdstuk 4.

Selectie Drenthevelden

Voor de Drenthevelden is een dergelijke beschrijving eveneens nodig, om vast te stellen of waterinjectie hier kan plaatsvinden en onder welke omstandigheden. Alternatief 4 en 5 vragen om een zorgvuldige afweging van geschikte velden en putten in Drenthe.

Onderstaand worden de Drenthevelden kort benoemd en beoordeeld op geschiktheid op basis van meerdere aspecten. Meer informatie is beschikbaar in het Tussenrapport hoofdstuk 11 (velden in of onder Zechstein) en bijlage 2 (Beschrijving Schoonebeek productiewater alternatief, velden boven Zechstein). Hieruit volgt een selectie van kansrijke velden.

Bij de Drenthevelden wordt primair gekeken naar mogelijke velden in de directe omgeving van de oliewinning Schoonebeek. Het heeft de voorkeur nabij de oliewinning productiewater te injecteren, zowel vanwege de ondergrond als om transport te beperken.

Zechstein zoutformaties

Er wordt onderscheid gemaakt in velden gelegen in of onder de Zechsteinformatie en velden gelegen boven de Zechsteinformatie. Het merendeel van de velden is gelegen in of onder de Zechsteinformatie en daar richt het alternatief waterinjectie in de Drenthe en Twentevelden (Alternatief 4) zich op. De Stichting SAT heeft voorgesteld te richten op de velden die zich boven de Zechsteinformaties bevinden (Alternatief 5), om ieder contact met zoutlagen te voorkomen. Onderstaand wordt zodoende eerst ingegaan op de velden in of onder Zechsteinformaties en daarna de velden die erboven gelegen zijn.

5.1.1 Beschrijving Drenthevelden in Zechstein

De selectie van Drenthevelden in of onder de Zechsteinformatie maakt onderdeel uit van Alternatief 4, waarbij productiewater wordt opgeslagen in zowel Twente als Drenthe.

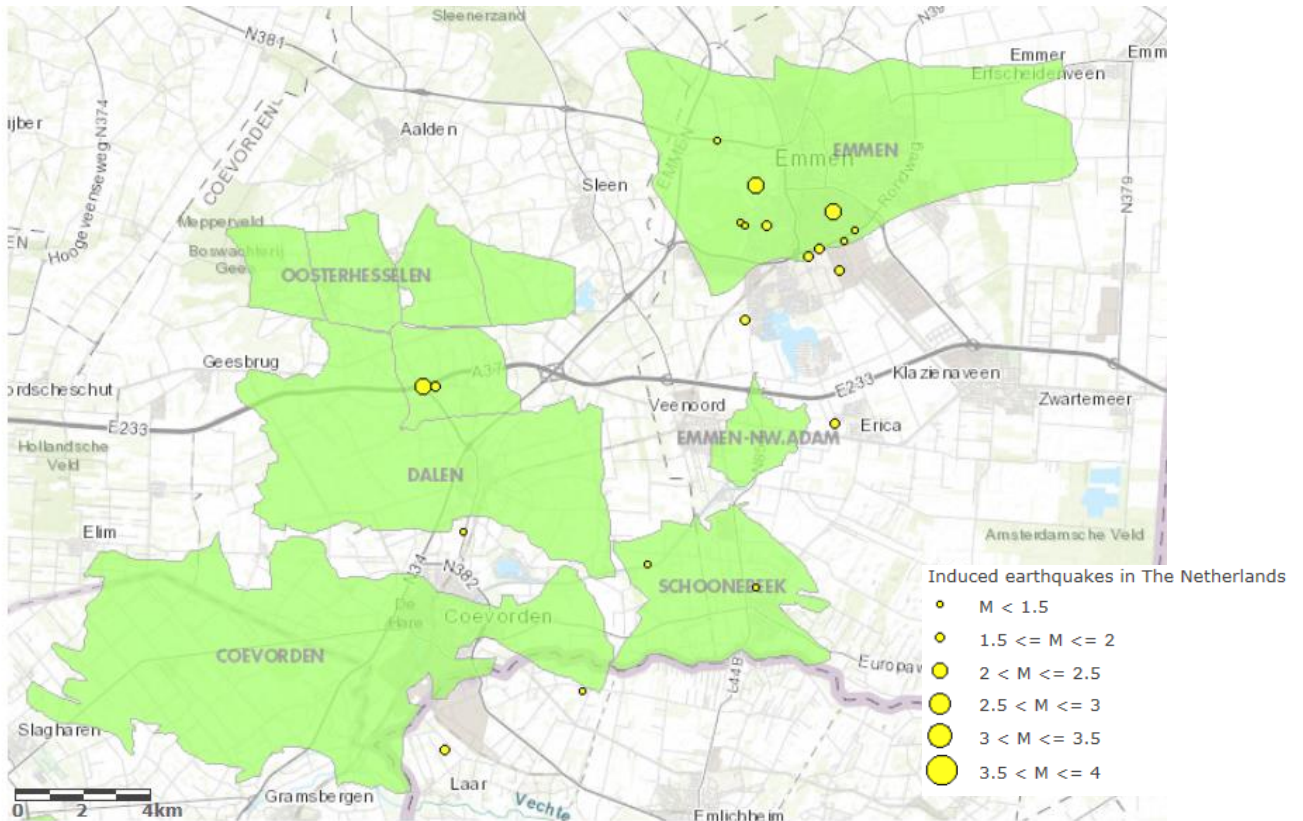
Benodigde opslagcapaciteit Drenthevelden is minimaal 39 miljoen m³

Het totale verwachte volume productiewater bedraagt 75 miljoen m³. Bij Alternatief 4 wordt er van uitgegaan dat in het Twenteveld Rossum Weerselo 36 miljoen m³ kan worden opgeslagen. Binnen de bestaande vergunningen is in het Rossum Weerselo veld circa 25 miljoen m³ opslagcapaciteit beschikbaar. Met aanpassingen van put ROW-3 en put ROW-5 is eventueel een uitbreiding van circa 11 miljoen m³ mogelijk, waardoor in totaal 36 miljoen m³ productiewater kan worden geïnjecteerd. Voor de resterende hoeveelheid productiewater van minimaal 39 miljoen m³ wordt opslagcapaciteit in de Drenthevelden voorzien.

In het Tussenrapport is beschreven hoe de selectie heeft plaatsgevonden van onderstaande Drenthevelden in de omgeving van de oliewinning Schoonebeek in en onder de Zechsteinformatie:

- Schoonebeek Gas;
- Coevorden;
- Oosterhesselen.

De geografische locatie van deze velden is weergegeven in figuur 8.



Figuur 8: Overzicht ligging Drenthevelden en seismische activiteiten

Overzicht velden

In onderstaande tabel 5.1 zijn de Drenthevelden in en onder de Zechsteinformatie benoemd. Per veld is de afstand tot Schoonebeek, de diepte van het reservoir, het aantal beschikbare putten, het opslagvolume en overige opmerkingen uiteengezet. De totale opslagcapaciteit van de Twente en Drenthe velden komt uit op circa 100 miljoen m³, meer dan de vereiste 75 miljoen m³.

Tabel 5.1. Overzicht mogelijke opslagvelden en capaciteit in Alternatief 4 – waterinjectie in Twente en Drenthe (bron: Tussenrapport).

Locatie	Afstand (km)	Diepte vanaf (m)	Beschikbare putten	Opslagvolume (miljoen m ³)	Opmerkingen
Schoonebeek Gas	5	2.700	6	20	
Coevorden	15	2.400	19	33	
Oosterhesselen	15	3.000	4	11	
Rossum Weerselo	70	1.100	7	36	Bestaande vergunning, met uitbreiding bij twee putten buiten de vergunning
Totaal opslagvolume				100	Meer dan de vereiste 75 miljoen m ³

5.1.2 Beschrijving Drenthevelden boven Zechstein

In de NAM-rapportage “Beschrijving Schoonebeek productiewater injectie Alternatief: onder kleilagen en dicht bij de bron”, onderdeel van bijlage 2, wordt ingegaan op de verschillende beschikbare Drenthe (en zelfs een Friesland) veld. Onderstaand worden de belangrijkste bevindingen samengebracht.

De Drenthevelden in de omgeving van de oliewinning Schoonebeek met reservoirs boven de Zechsteinformatie zijn:

- Roswinkel
- Sleen
- De Wijk
- Wanneperveen

Daarnaast is in het verlengde gekeken naar een veld buiten Drenthe, gelegen in Friesland:

- Tietjerksteradeel

In figuur 9 is de geografische locatie van de velden weergegeven. In deze paragraaf worden de vijf hierboven genoemde velden beoordeeld op geschiktheid op basis van meerdere aspecten.

Roswinkel

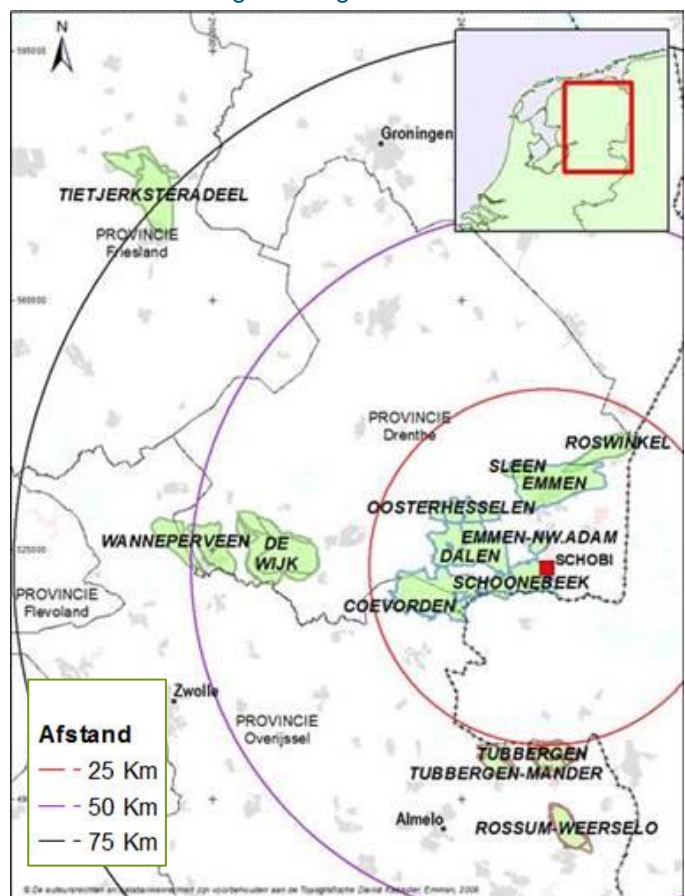
Bij het Roswinkel veld hebben zich in het verleden meerdere aardbevingen voorgedaan. De Minister heeft om die reden aangegeven, dat het niet wenselijk is dit veld in de afweging mee te nemen. Deze afweging is eerder al onderbouwd in het MER en in het Tussenrapport.

Sleen

Het gasveld Sleen is niet meer operationeel, met als gevolg dat er weinig beschikbare putten zijn. Daarnaast is de opslagcapaciteit beperkt tot circa 3 miljoen m³ productiewater. Dit is een relatief klein volume.

De Wijk

De opslagcapaciteit in de reservoirs van De Wijk bedraagt in de huidige situatie circa 23 miljoen m³ productiewater. Waterinjectie in het De Wijk veld kan echter een negatief effect hebben op gas productie. In het De Wijk veld is thans een Enhanced Gas Recovery (EGR) project met behulp van stikstofinjectie gaande met een looptijd tot 2030. Wellicht komt daarna meer opslagvolume beschikbaar. Daarnaast is de te verwachten injectiviteit van het De Wijk veld matig. Hierdoor gaan hogere kosten, een hoger energieverbruik en een langere looptijd gepaard met waterinjectie in dit veld.



Figuur 9: Geografische locatie van de boven het Zechstein gelegen velden geschikt voor water injectie

Wanneperveen

De opslagcapaciteit van Wanneperveen bedraagt 10 miljoen m³. Het gasveld Wanneperveen heeft een slechte injectiviteit, waardoor niet geschikt is voor waterinjectie.

Tietjerksteradeel

Het gasveld Tietjerksteradeel heeft een opslagcapaciteit van 15 miljoen m³, maar heeft een slechte injectiviteit, waardoor niet geschikt is voor waterinjectie.

Overzicht velden

In tabel 5.2 is een overzicht van de velden opgenomen. Te zien is dat het opslagvolume per veld sterk verschilt en dat de totale opslagcapaciteit lager is dan de vereiste 75 miljoen m³.

Tabel 5.2. Overzicht mogelijke opslagvelden en capaciteit in Alternatief 5 – Stichting SAT (bron: onderliggend rapport Inventarisatie mogelijke opslagvelden gelegen boven het Zechstein (Alternatief Stichting SAT)).

Locatie	Afstand (km)	Diepte vanaf (m)	Beschikbare putten	Opslagvolume (miljoen m ³)	Opmerkingen
Roswinkel					Niet toepasbaar
Sleen	15	1.800	2	3	Relatief klein
De Wijk	39	1.100	10	23	Gedeeltelijk beschikbaar vanwege gaswinning met stikstofinjectie tot 2030.
Wanneperveen	46	1.300	7	10	Lage injectiviteit, niet geschikt
Tietjerksteradeel	76	1.800	15	15	Lage injectiviteit, niet geschikt
Totaal opslagvolume				51	Minder dan de vereiste 75 miljoen m ³

Vergelijking kleisteen en mergel met zout als afdekkende laag

Voor de velden gelegen boven de Zechsteinformaties wordt de afsluitende laag gevormd door kleisteen en mergel, in tegenstelling tot de Zechstein Carbonaat velden, waar de afsluitende laag gevormd wordt door anhydriet en een dikke laag zout. Zout is mechanisch veel sterker dan kleisteen. Door het plastische gedrag van zout is de minimale horizontale gesteentespanning in zout hoger dan in kleisteen, waardoor het tegen een hogere injectiedruk bestand is. Daardoor is een afsluitende zoutlaag mechanisch meer robuust dan een afsluitende kleisteen laag. Chemisch gezien is een afsluitende laag van zout minder robuust dan een van kleisteen, in verband met het mogelijk oplossen van zout als het in aanraking zou komen met het injectiewater. De risicoanalyse laat echter zien dat dit risico beheersbaar is en dat water injectie in de Zechstein velden veilig en verantwoord kan plaatsvinden.

5.1.3 Selectie velden voor beide alternatieven

Op basis van de bovenstaande analyses van beschikbare velden, heeft de volgende uitwerking per alternatief plaatsgevonden.

Velden voor Alternatief 4

In het verlengde van de afweging in het Tussenrapport, zal Alternatief 4 bestaan uit de volgende velden:

- Rossum – Weerselo;
- Schoonebeek Gas;

- Coevorden;
- Oosterhesselen.

Het totale opslagvolume bedraagt naar verwachting 100 miljoen m³.

Velden voor Alternatief 5

Voor Alternatief 5 geldt dat er in de te selecteren velden onvoldoende opslagcapaciteit beschikbaar is om alle productiewater op te slaan. Wanneer uitsluitend gekeken wordt naar de velden die volledig beschikbaar zijn en ook geschikt voor water injectie, dan blijft alleen het Sleen veld over, met een opslag volume van 3 miljoen m³. Zelfs als de velden die nog niet helemaal beschikbaar zijn (De Wijk) en ongeschikt (Wanneperveen en Tietjerksteradeel vanwege lage injectiviteit) dan is er met 51 miljoen m³ onvoldoende opslag capaciteit. De velden zelf zijn wat verder weg gelegen van het Schoonebeek olieveld en bevinden zich op een diepte vanaf circa 1.100 meter.

Daarmee voldoet het alternatief niet aan de gestelde randvoorwaarden vanuit NAM (voldoende capaciteit) en van de Stichting SAT zelf (nabij Schoonebeek en op grotere diepte dan in Twente).

Alternatief 5 in de CE afweging

Hierbij is het duidelijk dat Alternatief 5 niet volstaat bij de geplande oliewinning en zodoende niet kan worden getoetst volgens de CE afwegingsmethodiek, zoals de andere alternatieven. De onderliggende gedachte van de Stichting SAT is een alternatief waarbij het risico van waterinjectie nabij een zoutlaag wordt vermeden. In de risicoanalyse, als onderdeel van de CE afweging, zal daarom specifiek aandacht worden besteed aan dit aspect.

5.2 Putselectie bij Alternatief 4

Onderstaand wordt aangegeven hoe de putselectie is uitgevoerd voor Alternatief 4, waterinjectie in de Twente- en Drenthevelden. Hierbij is uitgegaan van de eerder beschreven putten in Twente, zodat onderstaand vooral gericht is op de Drenthevelden.

In het Twenteveld Rossum – Weerselo veld is, met aanpassingen aan put ROW-3 en put ROW-5, in totaal 36 miljoen m³ opslag capaciteit beschikbaar. De benodigde aanvullende opslagcapaciteit in de Drenthevelden bedraagt 39 miljoen m³. De huidige putten in de Drenthevelden Coevorden, Schoonebeek en Oosterhesselen hebben een gezamenlijke opslagcapaciteit van 64 miljoen m³ door middel van 29 putten. Dit betekent dat niet alle beschikbare putten ingezet hoeven te worden, zodat een keuze gemaakt kan worden uit de meest geschikte putten. Onderstaand is een voorlopige selectie van de putten gemaakt. In latere detailfasen voor het verkrijgen van vergunningen vindt de finale selectie plaats.

Mocht onverhoopt blijken dat er toch nog een tekort aan geschikte putten ontstaat, dan kunnen er altijd nog nieuwe putten bij geboord worden. De opslagcapaciteit van de velden zelf is namelijk hoger dan de benodigde opslagcapaciteit.

Drie fases van selectie

De selectie van putten vindt in drie stappen plaats:

- 1 Uitsluitende putten. Op basis van uitsluitende condities worden putten die op voorhand niet geschikt zijn uitsluitend.
- 2 Vervolg onderzoek nodig. Bij een aantal putten is gedetailleerd vervolgonderzoek nodig om vast te stellen of de put geschikt is voor waterinjectie. Bijvoorbeeld omdat er nog metingen gedaan moeten

worden of detailstudies uitgevoerd moeten worden die normaal onderdeel zijn van het ontwerp- en vergunningenproces. Deze putten worden niet opgenomen in de voorlopige selectie, maar kunnen toch geschikt blijken.

- 3 Geschikte putten. Deze putten voldoen aan de vereisten (uit stap 1 en 2) en worden als putten met een laag risico ingeschat. Als de vereiste opslagcapaciteit kleiner is dan de capaciteit van deze putten tezamen, kunnen uit deze putten nog de meeste geschikte worden geselecteerd.

Uitgesloten putten

Er zijn twee uitsluitende condities:

- Een put dient een dubbele barrière te hebben, of moet daartoe herstelbaar zijn;
- Een put mag geen breuk op reservoirniveau doorsnijden.

Vervolg onderzoek nodig

De condities die putten niet direct uitsluiten, maar mogelijk wel het risico van de put vergroten zijn:

- Indien een put in een kwetsbaar gebied ligt, zoals een grondwaterbeschermingsgebied of een Natura 2000-gebied, dan moeten aanvullende risico beperkende maatregelen verder onderzocht worden.
- Een put mag niet binnen een afstand van 100 meter van een breuk liggen. Alleen nadat de detailgeometrie van breuken en lagen ten opzichte van de put verder onderzocht zijn, zou het eventueel mogelijk kunnen zijn.

Geschikte putten

De overgebleven putten worden ingeschat als putten met een laag risico. Als de opgetelde opslagcapaciteit hoger is dan de vereiste opslagcapaciteit kunnen op basis van de volgende condities de meest geschikte putten geselecteerd worden. Een put heeft de voorkeur indien:

- de injectiviteit meer dan 500 m³/dag bedraagt;
- de put direct geschikt is zonder dat herstelwerkzaamheden noodzakelijk zijn.

De condities en de geschikte putten worden hieronder toegelicht.

Dubbele barrière

Ter voorkoming van lekkage dienen alle putten een dubbele barrière te hebben, of daartoe hersteld te kunnen worden. Alle 29 putten voldoen aan deze conditie.

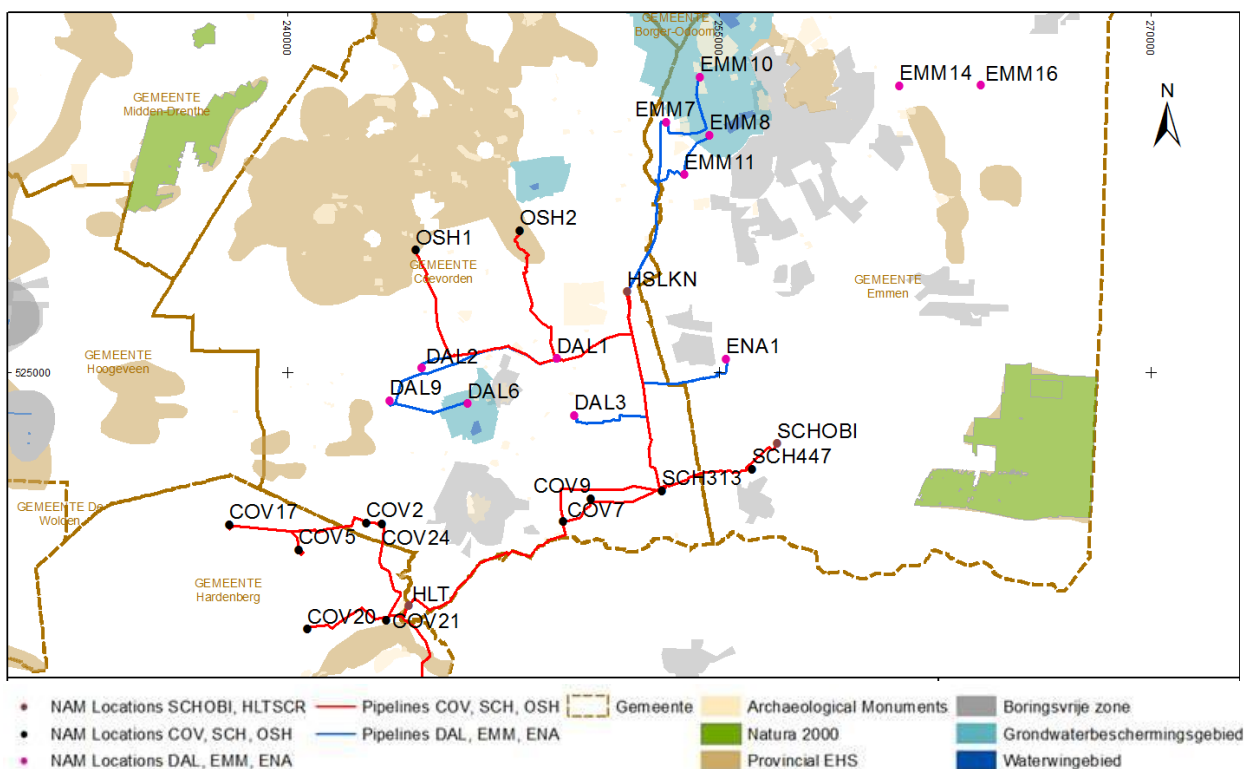
Doorsnijden breuken

Waterinjectie rechtstreeks in een breuk kan een verhoogde kans op aardbevingen veroorzaken. Tevens is het belangrijk om stroming langs breuken te beperken omdat bij breuken zoutlagen in direct contact kunnen staan met het injectiereservoir. Waterinjectie rechtstreeks in een breuk op reservoirniveau kan een verhoogde kans op zoutoplossing veroorzaken. Daarom zijn alle putten onderzocht op aanwezigheid van breuken. Bij 2 van de 29 putten zijn aanwijzingen voor een breuk in het reservoir gevonden. Deze putten vallen daarom af. Na deze toetsing blijven 27 putten over met totale opslag capaciteit 62 miljoen m³ (tabel 5.3).

Kwetsbare gebieden

Deze conditie heeft betrekking op het beschermen en ontzien van kwetsbare gebieden. In de ruimtelijke plannen van de verschillende overheden (Rijk, provincie, gemeente) wordt aangegeven welke gebieden extra bescherming krijgen. Voor waterinjectie heeft dit vooral betrekking op natuurgebieden (vooral Natura 2000 gebieden) en drinkwaterbeschermingsgebieden. Geen van de kandidaat putten in de Coevorden en

Schoonebeek velden bevindt zich in een natuurgebied of grondwaterbeschermingsgebied (figuur 10 en tabel 5.3). De putten van het Oosterhesselveld zijn wel gelegen in de Provinciale Ecologische Hoofdstructuur. Hiervoor zal extra aandacht nodig zijn voor bescherming van de omgeving.



Figuur 10. Kandidaat locaties voor water injectie, natuurgebieden, en grondwaterbeschermingsgebieden

Afstand tot breuken

Zoals beschreven in het Tussenrapport zijn putten op korte afstand van breuken minder geschikt voor waterinjectie vanwege een verhoogde kans op aardbevingen. Tevens is het belangrijk om stroming langs breuken te beperken omdat bij breuken zoutlagen in direct contact kunnen staan met het injectiereservoir. Water injectie dicht bij een breuk kan een verhoogde kans op zout oplossing veroorzaken. Er wordt echter geen minimale afstand gegeven. Op basis van gedetailleerde simulatiemodellen (zie rapport “Overkoepelende Risico Analyse Injectie van Schoonebeek Productiewater in Drenthe”) wordt geconcludeerd dat met de verwachte injectiesnelheden een afstand van 100 meter tussen put en breuk voldoende is om het risico van zout oplossing langs breuken te beperken. Dit is in lijn met het door Deltares voorgestelde criterium.

Van de 27 putten zijn er 16 op 9 locaties waarvan aangetoond is dat ze zich op voldoende afstand tot breuken bevinden. Dit is gebaseerd op seismologisch onderzoek ten behoeve van winningsplannen. Deze resterende 16 putten hebben samen opslagcapaciteit van 43 miljoen m³, net iets meer dan de benodigde 39 miljoen m³.

Goede injectiviteit

De injectiviteit of injectiesnelheid is belangrijk voor putselectie vanuit economisch oogpunt. De putten met een lagere injectiviteit dan 500 m³ per dag worden voornamelijk buiten beschouwing gelaten, aangezien putten met hogere injectiviteit de voorkeur hebben. Er blijven 14 putten over met gezamenlijke opslag capaciteit van 40 miljoen m³.

Put modificaties

Sommige putten zijn direct geschikt voor conversie van gasproductie naar waterinjectie. Bij andere putten zal er eerst een modificatie uitgevoerd moeten worden om de put geschikt te maken. Een voorbeeld hiervan is het vervangen van de injectiebuis. Vanuit economisch oogpunt is dit een belangrijke overweging. De helft van de putten heeft een modificatie nodig om voor injectie geschikt gemaakt te worden

Voldoende capaciteit bij putten die aan de criteria voldoen

De voorlopige keuzes die in dit hoofdstuk gemaakt zijn tonen aan dat Alternatief 4 robuust is. Deze keuzes zijn echter niet definitief. In de ontwerp- en vergunningsfase zal nog meer gedetailleerd onderzoek gedaan worden om tot een optimale keuze van putten te komen. Mocht onverhoopt blijken dat er toch nog een tekort aan geschikte putten ontstaat, kunnen er altijd nog nieuwe putten bij geboord worden. De opslag capaciteit van de velden zelf is immers hoger dan de benodigde opslag capaciteit.

Tabel 5.3. Voorlopige selectie van putten.

Put	Locatie	Beschikbaar volume (mln m3)	Dubbele barrière mogelijk	Put doorsnijdt breuk in reservoir? (Bron: well logs)	Omgevingsfactoren	Vervolgonderzoek nodig mbt tot breuken (ja/nee)	Injectie snelheid (m3/d)	Put modificatie nodig (kosten)
OSH-1	OSH-1	2,2	Ja	Nee	geen	Nee	0	Ja
OSH-5	OSH-1	0,9	Ja	Ja				
OSH-2	OSH-2	4	Ja	Nee	geen	Nee	750	Nee
OSH-4	OSH-2	3,7	Ja	Nee	geen	Nee	1000	Nee
COV-2	COV-2	4,5	Ja	Nee	geen	Ja	1250	Nee
COV-22	COV-21	1,3	Ja	Nee	geen	Nee	500	Ja
COV-28	COV-21	0,8	Ja	Nee	geen	Nee	750	Ja
COV-24	COV-24	2,6	Ja	Nee	geen	Nee	1250	Nee
COV-35	COV-24	1,4	Ja	Nee	geen	Ja	750	Ja
COV-10	COV-10	0,8	Ja	Nee	geen	Ja	250	Ja
COV-30	COV-17	2	Ja	Nee	geen	Ja	1250	Nee
COV-17	COV-17	0,4	Ja	Nee	geen	Ja	250	Nee
COV-38	COV-17	2,2	Ja	Nee	geen	Nee	1750	Ja
COV-32	COV-17	2,2	Ja	Nee	geen	Nee	1500	Ja
COV-18	COV-17	2,3	Ja	Nee	geen	Nee	1750	Ja
COV-20	COV-20	0,5	Ja	Nee	geen	Ja	750	Ja
COV-34	COV-20	0,5	Ja	Nee	geen	Ja	500	Nee
COV-50	COV-20	3,4	Ja	Nee	geen	Nee	1500	Ja
COV-12	COV-5	1,2	Ja	Nee	geen	Nee	750	Ja
COV-49	COV-5	1,7	Ja	Nee	geen	Ja	1250	Ja
COV-36	COV-5	0,8	Ja	Nee	geen	Ja	250	Ja
COV-9	COV-9	1,2	Ja	Nee	geen	Nee	250	Ja
COV-48	COV-7	3,3	Ja	Nee	geen	Nee	1000	Nee
SCH-589	SCH-313	3,5	Ja	Nee	geen	Nee	2000	Nee
SCH-592	SCH-313	4,1	Ja	Nee	geen	Nee	1500	Nee
SCH-447	SCH-447	5,3	Ja	Nee	geen	Nee	1500	Nee
SCH-537	SCH-447	5,3	Ja	Nee	geen	Ja	1500	Nee
SCH-591	SCH-447	1,3	Ja	Ja				
SCH-597	SCH-447	0,9	Ja	nee	geen	Ja	500	Nee

5.3 Transportleidingen Drenthe

Voor Alternatief 4 zijn transportleidingen nodig voor de afvoer van productiewater naar de waterinjectielocaties in Twente en Drenthe. Hierbij is gekeken naar de huidige beschikbare transportleidingen, het materiaal van deze leidingen en naar de samenstelling van het productiewater. Op basis daarvan is bepaald welke transportleidingen bruikbaar zijn en waar nieuwe leidingen aangelegd moeten worden.

De NAM buisleidingen voldoen aan de eisen uit:

- NEN3650: Deze norm geeft veiligheidseisen die met betrekking tot veiligheidsaspecten voor mens, milieu en goederen aan het ontwerp, de aanleg, de bedrijfsvoering en de bedrijfsbeëindiging van buisleidingsystemen worden gesteld.
- NEN3651: Deze norm geeft in aanvulling op de NEN 3650-reeks veiligheidseisen voor buisleidingen te land en gelegen in of nabij belangrijke waterstaatswerken.
- NEN3655: Veiligheidsbeheersysteem (VBS) voor buisleidingsystemen voor het transport van gevaarlijke stoffen, waarbinnen het Pipeline Integrity Management System (PIMS) toe ziet op de beheersing van de buisleidingintegriteit tijdens de bedrijfsvoering fase.

Uitgangspunten waterkwaliteit en materiaalkeuze transportleiding

Gezien de samenstelling van het productiewater, kan aantasting van de watertransportleiding vooral plaatsvinden door de aanwezigheid van bacteriën. Dat betekent dat:

- ofwel biocide wordt toegevoegd om bacteriële corrosie te voorkomen, waardoor de huidige transportleidingen, mits in goede staat, kunnen worden benut.
- ofwel de metalen watertransportleidingen vervangen moeten worden door kunststof.

H₂S-binder wordt toegevoegd om de olie-water transportleidingen in het Schoonebeek olieveld te beschermen. Na behandeling in de OBI is de H₂S-concentratie lager en deze speelt geen rol in de materiaalkeuze voor de watertransportleidingen in Drenthe.

Corrosieremmer moet in ieder geval toegediend worden om putten te beschermen tegen CO₂-corrosie omdat het put materiaal niet vervangen kan worden. Daarom speelt CO₂ geen rol in de materiaalkeuze voor de watertransportleidingen in Drenthe.

Risicoanalyse

Appendix 4 van de overkoepelende risico analyse laat de bow-tie analyse zien van de mogelijke oorzaken en gevolgen die van toepassing kunnen zijn bij een scenario met buisleiding lekkage tijdens waterinjectie.

Er worden vijf oorzaken van water buisleidingen lekkage geïdentificeerd:

- Onveilig Ontwerp en Aanleg, bijvoorbeeld verkeerde materialen of slecht laswerk.
- Interne Corrosie en Erosie
- Externe Corrosie
- Inbreuk door Derden, bijvoorbeeld door landbouw of graafwerkzaamheden.
- Onveilig Opereren, bijvoorbeeld op te hoge druk

Statistieken van de industrie laten zien dat de twee hoofdredenen van het falen van buisleidingen in Europa zijn: inbreuk (externe schade veroorzaakt) door derden en interne en/of externe corrosie.

De preventieve maatregelen (barrières) zijn ontworpen om lekkage te voorkomen. Mocht er onverhoopt toch een lekkage optreden, dan kan dit leiden tot een volume uitgestroomd water, lokale bodemverontreiniging en, in het uiterste geval, besmetting van drinkwater. Er worden impact reducerende maatregelen geïmplementeerd om de impact van een mogelijke lekkage te beperken.

Preventieve maatregelen

Er worden ontwerpstandaarden gebruikt en een veilige tracé- en diepteligging gekozen. Voor ingebruikname worden volgens de standaarden ook tests en inspecties uitgevoerd en wordt het geheel door een onafhankelijke deskundige getoetst. Bescherming van binnenuit in de transportleiding vindt plaats door de materiaalkeuze en/of de toevoeging van anti-corrosiemiddel en biocide. Bescherming tegen aantasting van buiten vindt plaats door het gebruik van coatings, cathodische protectie en inspecties. Om schade door graafwerkzaamheden door derden te voorkomen zijn er standaard regels voor graafwerkzaamheden nabij buisleidingen zoals meldingsplicht. Door continue monitoring en automatische beveiliging worden onveilige situaties voorkomen (maximale druk, temperatuur).

Impact reducerende maatregelen

Het leidingtraject wordt periodiek geïnspecteerd en lokaal zijn terreinbeheerders en landbouwers op de hoogte van de ligging van de leiding, zodat lekkages kunnen worden opgemerkt. Als er een lekkage geconstateerd wordt, zal het transport van injectiewater gestopt worden. Door constante monitoring van de druk in de transportleiding kunnen (grotere) lekkages snel gedetecteerd worden. In geval van een lekkage zal er direct gereageerd worden om de lekkage zo veel mogelijk te beperken. Ook wordt de verontreinigde bodem gesaneerd, zodat de verontreiniging opgeruimd wordt. Het effect van een lekkage is hiermee tijdelijk van aard en herstelbaar

6 CE toetsing randvoorwaarden Drenthevelden

CE-afweging

In dit hoofdstuk wordt beschreven in hoeverre de geselecteerde gasvelden in Drenthe geschikt zijn voor waterinjectie. Dit vormt de eerste stap van de CE afweging en wordt aangeduid als de toetsing randvoorwaarden.

6.1 Bijstelling van de CE afwegingsmethodiek

In hoofdstuk 10 van het Tussenrapport is uitgebreid ingegaan op de CE afwegingsmethodiek, de voorgestelde verbeteringen door de Commissie voor de m.e.r. [Ref. Commissie m.e.r., 2007] en de uitwerking bij de Herafweging. De afweging bestaat uit twee stappen, de toetsing van randvoorwaarden en de doelmatigheidstoets. De belangrijkste aandachtspunten van de afweging worden in deze paragraaf benoemd en toegelicht.

Preventie

De Commissie adviseert in de methodiek een stap op te nemen waarin zichtbaar gemaakt wordt in hoeverre preventie dan wel hergebruik van afvalwaterstromen mogelijk is.

Bij de toetsing op hoofdlijnen is een alternatief gepresenteerd waarbij de waterstroom is gereduceerd (Alternatief 3). Volledige zuivering wordt in de huidige weging meegenomen, zodat een goed vergelijk ontstaat tussen waterzuivering en waterinjectie.

Juridisch kader

De Commissie adviseert in de methodiek een stap op te nemen waarin wordt vastgesteld welk juridisch en beleidsmatig kader voor de te beschouwen afvalwaterstromen geldt.

In het Tussenrapport is ingegaan op het juridisch beleidskader. Dit geldt nog onverkort voor de weging alternatieven. In deze rapportage is onderstaand gekeken naar de beleidskaders zoals geschetst door het Ontwerp Structuurvisie Ondergrond van het Rijk en de Structuurvisie Ondergrond van de provincie Drenthe. Tevens is het voornemen getoetst aan het ontwerp derde Landelijk afvalbeheerplan (LAP-3).

Strategische reservering

Naar de mening van de Commissie zal hier in de praktijk vooral sprake zijn van mogelijke berging van CO₂ (soms te combineren met injectie van afvalwater), tijdelijke aardgasopslag of benutting van geothermie.

De overheid heeft een Structuurvisie Ondergrond (STRONG, provincie Drenthe) opgesteld waarin wordt aangegeven hoe in de toekomst omgegaan moet worden met leeg geproduceerde velden. Eerder al heeft de provincie Drenthe een provinciale Structuurvisie Ondergrond opgesteld. De te gebruiken reservoirs worden getoetst aan deze beleidsmatige kaders.

Terugneembaarheid

De Commissie betwijfelt dan ook of voor afvalwater uit olie- en gaswinning voldaan kan worden aan de beleidsuitgangspunten van 'eigenheid' en 'terugneembaarheid'.

Indien zich grootschalige ongewenste effecten voor doen, zal het uiteindelijk mogelijk moeten zijn het geïnjecteerde productiewater (zoveel mogelijk) terug te winnen uit het reservoir. Doordat bij alle alternatieven slechts één waterstroom wordt geïnjecteerd in een leeg geproduceerd gasveld, kan dit water (grotendeels) terug worden gewonnen. Er is geen sprake van afzonderlijke waterstromen.

De volgende aspecten worden onderstaand kort benoemd, maar komen pas bij de detailuitwerking aan bod.

Risico's (zie hoofdstuk 7.3 en 7.4)

De Commissie adviseert de risico-beoordeling te doorlopen aan de hand van de stappen die genoemd worden in EU-richtlijn 2003/33/EG bijlage A.

De Commissie vraagt aandacht voor de volgende onderwerpen:

- geologische beoordeling;
- geomechanische beoordeling;
- hydrogeologische beoordeling;
- geochemische beoordeling;
- beoordeling van de effecten op biosfeer en grondwater;
- beoordeling operationele fase (aan de hand van risico-paden);
- lange termijnbeoordeling;
- beoordeling van het effect van installaties en voorzieningen aan het oppervlak ter plaatse.

Middels de bow-tie benadering zijn deze onderwerpen meegewogen.

LCA (zie hoofdstuk 7.2)

De Commissie adviseert om, wanneer wordt afgeweken van de stappen en wegingsmethodes zoals die in het MER LAP zijn uitgewerkt, te beargumenteren waarom deze keuze gemaakt wordt.

In het onderliggende rapport van CE Delft is een toelichting opgenomen, waarin de toegepaste LCA in relatie tot de beschreven LCA in MER LAP wordt beschreven.

Kosten (zie hoofdstuk 7.5)

De Commissie beveelt aan in de situatie dat deze afweging aan de orde is, dat in de methodiek expliciet naar voren wordt gebracht welke afwegingen met betrekking tot proportionaliteit van de kosten gemaakt worden.

Proportionaliteit heeft betrekking op:

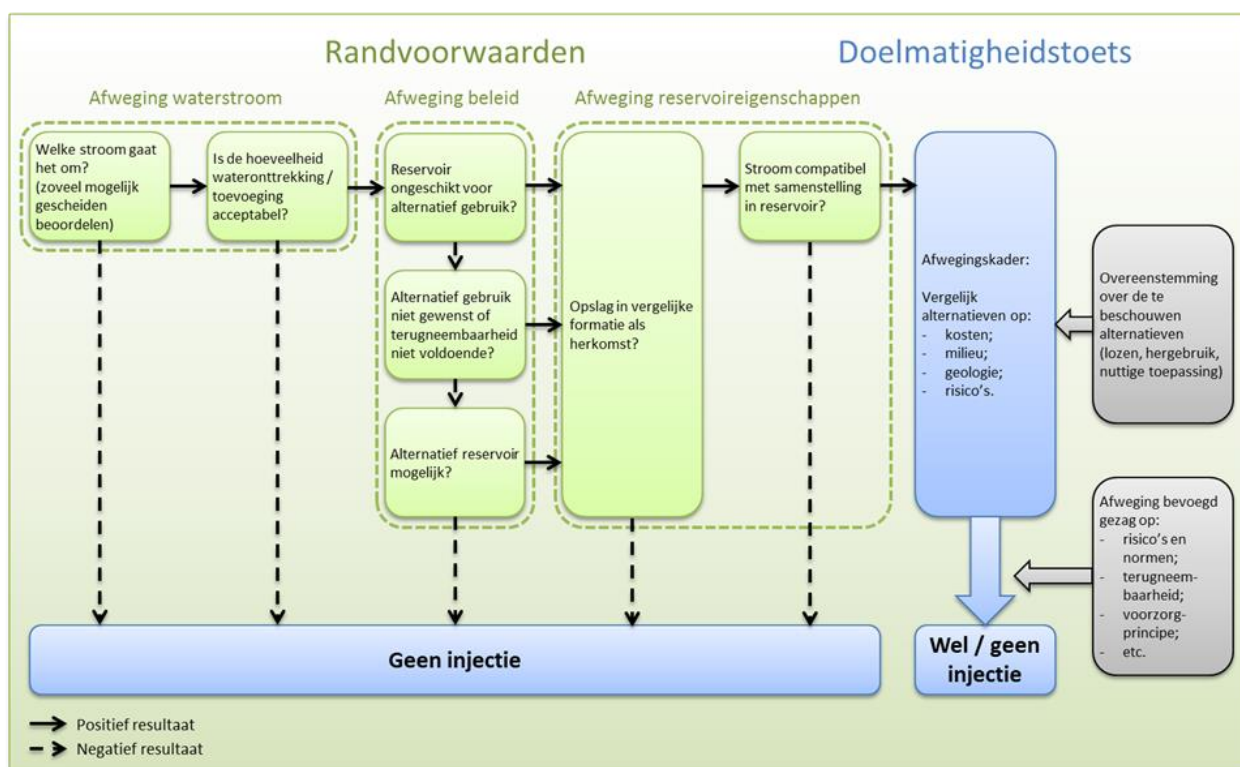
- eenheidskosten voor vergelijkbare afvalstoffen (vergelijkingsmaat naar de stand der techniek in €/kg of €/m³);
- aandeel afvalverwijdering in totale productiekosten/opbrengsten;
- absolute omvang van kosten.

6.2 Toetsing van randvoorwaarden

In Figuur 11 is het schema van de randvoorwaarden en de doelmatigheidstoets weergegeven. In dit schema vertegenwoordigen de stappen (groene vlakken) linksboven in het schema de randvoorwaarden. De randvoorwaarden worden in deze paragraaf onderverdeeld in drie blokken, hierop wordt getoetst:

- De afweging van de waterstroom heeft betrekking op de eerste twee stappen;
- De afweging van het beleid op waterinjectie in gasvelden heeft betrekking op de drie onder elkaar staande stappen;
- De afweging van reservoir eigenschappen hebben betrekking op laatste twee stappen.

Aan elk van deze randvoorwaarden dient voldaan te worden om waterinjectie te kunnen laten plaatsvinden. De toetsing van de randvoorwaarden heeft betrekking op drie leeg geproduceerde gasvelden in Drenthe, te weten: Schoonebeek Gas, Coevorden en Oosterhesselen.



Figuur 11: Schema randvoorwaarden en doelmatigheidstoets CE als onderdelen van de CE afwegingsmethodiek

6.2.1 Afweging waterstroom

In het Tussenrapport is de waterkwaliteit zoals voorzien in de komende jaren beschreven. De waterkwaliteit wordt bepaald door de samenstelling van het formatiewater, verdunning doordat geïnjecteerde stoom de onttrekkingsputten geleidelijk bereikt en de toegevoegde mijnbouwhulpstoffen. In hoofdstuk 4 is ingegaan op de mijnbouwhulpstoffen.

Op basis van het Tussenrapport en hoofdstuk 4 kan geen van de drie Drenthevelden uitgesloten worden naar aanleiding van de afweging op de waterstroom eigenschappen.

6.2.2 Afweging beleid waterinjectie in gasvelden

Bij de afweging van het beleid is gekeken naar het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) en structuurvisies, de wettelijke basis¹ daarvan en geschiedenis. In het LAP is daarvoor samengevat onder welke omstandigheden afvalwater in de diepe ondergrond mag worden gebracht. Productiewater is een vorm van afvalwater en valt daarmee onder de werking van dit afvalbeheerplan. Aansluitend is gekeken naar het orderingsbeleid met betrekking tot de leeg geproduceerde gasvelden, en onder welke omstandigheden deze benut kunnen worden voor opslag van onder meer productiewater.

¹ Onder meer het 'doelmatig beheer' van afval (artikel 1.1 Wm) overeenkomstig het afvalbeheerplan (titel 10.2 Wm).

LAP-3 (ontwerp derde Landelijk afvalbeheerplan)

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) heeft in september 2016 het ontwerp van het derde Landelijk afvalbeheerplan (LAP-3) aan de Tweede Kamer aangeboden. In het plan wordt het afvalbeheerbeleid voor de periode 2017 tot en met 2023 vastgelegd, met een doorkijk tot 2029. Het huidige beleidskader staat beschreven in het LAP-2 (en vindt een voortzetting onder LAP-3). In het MER Herontwikkeling Oliewinning Schoonebeek heeft toetsing aan het LAP-2 plaatsgevonden. Vooruitkijkend naar het nu voorliggend ontwerp van LAP-3 zijn er een aantal aandachtspunten:

Bij het onderwerp "Injecteren van afval in de diepe ondergrond" (B.12.13.8) wordt gemeld als één van de uitgangspunten:

- *In de vorige planperiode is het begrip terugneembaarheid geïntroduceerd. De voornaamste reden om een terugneembaarheidseis op te nemen is om in geval van lekkage ten gevolge van onvoorziene omstandigheden milieuschade te kunnen voorkomen. In de praktijk zullen geïnjecteerde stoffen in de ondergrond worden gemengd met de al aanwezige vloeistoffen en reacties aangaan met componenten uit de ondergrond. De terugneembaarheidseis richt zich dan ook op aanwezige (samengestelde) afvalstoffen in het compartiment en is niet gericht op het terugnemen van de oorspronkelijke geïnjecteerde afvalstoffen in onveranderde vorm.*

Voor het injecteren bij de olie- en gaswinning (B.12.13.9), geldt het volgende:

- *Formatiewater dat wordt geïnjecteerd bevat onvermijdelijk ook hulpstoffen die bij de winning en het productieproces worden toegepast en niet volledig uit het formatiewater kunnen worden verwijderd. Hiermee worden bodemvreemde stoffen teruggevoerd, hetgeen niet is gewenst. Voordat injectie van formatiewater mag plaatsvinden moet aan het bevoegd gezag worden aangetoond dat redelijkerwijs is geprobeerd het gehalte aan hulpstoffen in de te injecteren stroom te minimaliseren.*
- *Bij de injectie van formatiewater wordt vaak ook formatiewater van andere winningslocaties aangevoerd. In die gevallen moet de initiatiefnemer ten genoegen van het bevoegd gezag (en gedeputeerde staten die de verklaring van geen bedenkingen moeten afgeven) aantonen dat de in het formatiewater aanwezige verontreinigingen, dat van buiten de inrichting wordt aangevoerd compatibel zijn met de verontreinigingen op de plaats waar injectie plaats vindt.*

In LAP-3 wordt expliciet verwezen naar het door CE ontwikkeld afwegingskader:

- *In opdracht van de NAM is door onderzoeksbureau CE een instrument ontwikkeld dat een afwegingskader vormt op grond waarvan een milieuhygiënische vergelijking gemaakt kan worden tussen een bovengrondse verwerkingsroute en het injecteren van bodemvreemde afvalstoffen in de diepe ondergrond. Ook heeft de Commissie voor de milieueffectrapportage dit instrument op verzoek van de Provincie Drenthe beoordeeld en met enkele belangrijke aanpassingen algemeen toepasbaar geacht binnen de olie- en gasindustrie. Het ligt dan ook voor de hand om in voorkomende gevallen in overleg met het bevoegd gezag het in opdracht van NAM ontwikkelde instrument, (met inachtneming hetgeen de Commissie voor de milieueffectrapportage aan aanpassingen heeft voorgesteld), toe te passen om te beoordelen of de injectie van niet bodemeigen stoffen milieuhygiënisch de voorkeur heeft.*

Het formatiewater wordt niet in dezelfde formatie teruggebracht waar het uit afkomstig is. Echter, met een milieuhygiënische afweging, minimalisering van mijnbouwhulpstoffen en de compatibiliteit van het productiewater met het oorspronkelijke formatiewater sluit het ontwerp LAP-3 waterinjectie in de geselecteerde gasvelden niet uit. Het productiewater wordt opgeslagen in leeg geproduceerde gasvelden, waarbij indien daar aanleiding voor zou zijn, het water weer onttrokken kan worden (terugneembaarheid).

Gebruik gasvelden

Vervolgens wordt getoetst of het injecteren van productiewater in lijn is met het huidige beleid voor de gasvelden. Nadat gasvelden leeg geproduceerd zijn, ontstaan mogelijkheden voor hergebruik. Dit betreft verschillende soorten hergebruik, waaronder de buffering van aardgas, als strategische of seizoenbuffer, permanente opslag van CO₂ of van productiewater. De mogelijkheid bestaat tevens dat er in de toekomst nieuwe toepassingsmogelijkheden ontstaan, waarvoor het wenselijk is dat de ruimte in de leeg geproduceerde gasvelden beschikbaar is.

Het gebruik van de gasvelden is gedurende de gaswinning bij de houder van de winningsvergunning, onder toezicht van SodM. Bij afsluiting van de winning wordt door de houder van de vergunning een Sluitingsplan gepresenteerd (artikel 40 Mijnbouwbesluit). Daarin wordt zo mogelijk de “toekomstige bestemming” aangegeven. De benutting van leeg geproduceerde gasvelden na de gaswinning wordt aansluitend bepaald door het Ministerie van Economische Zaken, in nauw overleg met de gasproducent (indien deze een blijvende rol heeft), maar ook met de betreffende provincie en gemeenten. Het Rijk is bezig voor de benutting van de ondergrond nieuw beleid te ontwikkelen. In dat kader is recentelijk (november 2016) de Ontwerp Structuurvisie Ondergrond (bekend onder de naam STRONG) gepubliceerd. Eerder heeft de provincie Drenthe al haar eigen Structuurvisie Diepe Ondergrond Drenthe vastgesteld (in 2011). Deze beide documenten vormen de achtergrond waar tegen het gebruik van de voorgestelde Drenthevelden is getoetst.

STRONG

In de Structuurvisie ligt de nadruk op duurzaam, veilig en efficiënt gebruik van bodem en ondergrond. De Ontwerp Structuurvisie geeft overwegingen met betrekking tot het benutten van de ondergrond, maar wijst geen functies toe aan leeg geproduceerde gasvelden. De gasvelden in Drenthe worden dan ook niet specifiek genoemd. Wel staan er spelregels in waaraan benutting van de ondergrond moet voldoen. Onderstaand wordt een aantal elementen van de Structuurvisie weergegeven.

Relatie tussen mijnbouwactiviteiten en bescherming grondwater

De Structuurvisie geeft aan dat het Rijk alle toekomstige mijnbouwactiviteiten uitsluit in de huidige waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringvrije zones rondom bestaande waterwinningen. Boringen die van buiten de begrenzing van deze beschermingsgebieden tot onder de grondwaterreserves komen, zijn in principe mogelijk. Het Rijk heeft de globale begrenzing van Nationale Grondwater Reserves opgenomen in deze structuurvisie.

Mijnbouwactiviteiten binnen de begrenzing van deze grondwaterreserves zijn in principe mogelijk onder de strenge voorwaarden die ook elders in Nederland gelden.

De grondwatervoorkomens die geschikt zijn om water uit te winnen liggen tot op een relatief beperkte diepte, ten opzichte van de grotere dieptes waarop mijnbouwactiviteiten plaatsvinden. Beide dieptes kunnen worden opgenomen in de Structuurvisie Ondergrond. Indien een voorkomen van bijvoorbeeld gas of geothermie gelegen is onder een grondwatervoorkomen voor de drinkwatervoorziening kan dan in veel gevallen toch gewonnen worden vanaf een locatie gelegen buiten het beschermingsgebied van de grondwaterreserves. Aan het maaiveld sluiten deze activiteiten elkaar uit, maar in de diepte kunnen beide potenties benut worden. Boringen die van buiten de begrenzing van deze beschermingsgebieden tot onder deze voorraden komen zijn in beginsel wel mogelijk.

Gebruik lege gasvelden voor CO₂-opslag

“Het kabinet blijft bij het bestaande beleid om in geval van CO₂-opslag (CCS) de voorkeur te geven aan CCS op zee. CCS op land is hiermee echter niet uitgesloten. Zonder vooruit te lopen

op besluitvorming over opslag, wordt de komende tijd verkend welke specifieke lege gasvelden geschikt zouden kunnen zijn.”

Vorzorgsprincipe

“Het voorzorgsbeginsel houdt in dat als er (sterke) aanwijzingen of vermoedens bestaan dat een voorgenomen activiteit of ingreep (ernstige) effecten heeft op het milieu, waarbij er nog sprake is van wetenschappelijke onzekerheid, er niet gewacht hoeft te worden met het nemen van milieubescherpende maatregelen totdat een onomstotelijk bewijs van schadelijke effecten is geleverd. Het voorzorgsbeginsel legitimeert daarmee het handelen van de overheid om bepaalde mogelijk schadelijke activiteiten te reguleren. Het toepassen van het voorzorgsbeginsel houdt dus niet in dat bij onzekerheden over risico's een activiteit uit voorzorg wordt verboden, zoals vaak ten onrechte wordt verondersteld.”

Oliewinning

“Ten aanzien van het winnen van olie zijn er geen nieuwe ontwikkelingen voorzien. Indien er een aanvraag is om een reeds verlaten winning te hervatten, dan biedt de huidige regelgeving voldoende waarborgen voor een beoordeling of de winning veilig en betrouwbaar kan plaatsvinden.”

Waterinjectie

“Waterinjectie is een bekende techniek. In Nederland wordt sinds 1972 productiewater geïnjecteerd (Borgswaer, Groningen gasveld). Op dit moment zijn er op land in Nederland 24 operationele water-injectieputten op 19 verschillende locaties. Of er ook daadwerkelijk water wordt geïnjecteerd is afhankelijk van het verloop van de winning. Op de TNO website Nederland Olie en Gas (www.nlog.nl) worden de hoeveelheden geïnjecteerd injectiewater gepubliceerd.” In de structuurvisie is waterinjectie onderdeel van de ondergrondfunctie gaswinning, oliewinning en Geothermie en is niet als aparte ondergrondfunctie beoordeeld of ruimtelijk uitgewerkt.

Op basis van het gestelde in de Ontwerp Structuurvisie Ondergrond van het Rijk zijn er geen beleidsmatige redenen af te zien van waterinjectie in de gasvelden Schoonebeek Gas, Coevorden en Oosterhesselen. Deze kunnen dus verder worden verkend en onderbouwd middels de daarvoor bedoelde instrumenten.

Structuurvisie diepe ondergrond Drenthe

De Structuurvisie Diepe Ondergrond Drenthe is in 2010 vastgesteld in de Provinciale Staten en bijgesteld in 2012. Ter onderbouwing is de Plan-MER *Met Drenthe de diepte in, plan-MER Structuurvisie Ondergrond* van de provincie Drenthe opgesteld. In de Structuurvisie zijn onder meer de aanwezige velden in de provincie benoemd. Daarbij is aangegeven wat de voorkeursvolgorde vanuit de provincie is voor het gebruik van deze gasvelden. Daarbij werd ook reeds 'schillenbenadering' voor grondwaterbescherming gehanteerd zoals voorgaand beschreven

Voor de hier geselecteerde gasvelden geldt het volgende:

- Schoonebeek Gas wordt aangeduid als geschikt voor opslag van formatiewater en van CO₂, met een voorkeur voor formatiewater (hier als productiewater aangeduid);
- Coevorden is eveneens geschikt voor zowel opslag van formatiewater als CO₂, maar hier ligt de voorkeur bij CO₂-opslag;
- Oosterhesselen biedt de mogelijkheid van opslag van zowel formatiewater als CO₂, maar er moet rekening worden gehouden met effecten. Dat betreft de ruimtelijke overlap tussen de ligging van het gasveld en daarboven gelegen kwetsbare gebieden (natuur, cultuurhistorisch, bodem en woonkernen).

Ook op basis van het gestelde in de Structuurvisie Ondergrond van de provincie Drenthe zijn er geen beleidsmatige redenen bij voorbaat af te zien van waterinjectie in de gasvelden Schoonebeek Gas, Coevorden en Oosterhesselen. De gasvelden van De Wijk en Waneperveen worden in de Structuurvisie aanvullend als mogelijke kandidaten voor de opslag van formatiewater aangewezen.

6.2.3 Afweging reservoir eigenschappen

Bij de injectie van productiewater in een leeg geproduceerd gasveld wordt onderzocht in hoeverre de samenstelling van het te injecteren water afwijkt van het water dat oorspronkelijk in het reservoir aanwezig is geweest. De achterliggende gedachte is dat het oorspronkelijk water al lange tijd in het gesteente aanwezig is geweest, zodat water met een vergelijkbare samenstelling niet tot reacties in het gesteente leiden. Indien de samenstelling echter significant afwijkt, zal moeten worden nagegaan of dit mogelijk kan leiden tot chemische reacties in het gesteente. Vervolgens moet worden bepaald of deze chemische reacties negatieve effecten kunnen hebben.

De NAM heeft een (Engelstalig) technisch rapport opgesteld, waarin de toetsing van de geochemische compatibiliteit van het productiewater met de Zechstein formaties is beschreven [ref. Geochemical compatibility of Schoonebeek oil field production water with Zechstein reservoirs, NAM, 2016].

Vergelijking formatiewater uit reservoirs

De samenstelling van het productiewater komt overeen met de bevindingen in het Tussenrapport. Daarin is tevens de samenstelling van formatiewater in Twente beschreven. In het specialistische rapport "Water chemistry report : Geochemical compatibility" wordt het formatiewater uit de Drenthevelden vergeleken met het productiewater en het formatiewater in Twente. De samenstelling van formatiewater uit vergelijkbare Zechstein kalksteenformaties in Drenthe blijken op hoofdlijnen overeen te komen met het formatiewater in Twente.

De NAM heeft onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke chemische reacties, die in het reservoirgesteente kunnen ontstaan. Daarbij is specifiek aandacht besteed aan mogelijke gevolgen van:

- Aantasting van kalksteen door een hoge zuurgraad van het injectiewater. De samenstelling van het productiewater is zodanig (ref. jaarrapporten NAM) dat hier geen sprake is van een hoge zuurgraad, zodat dit risico niet optreedt.
- Het risico van scaling (aanslagvorming) waarvoor thermodynamische modelberekeningen zijn uitgevoerd. Mocht er toch scaling plaatsvinden, dan zal dat merkbaar zijn doordat de injectiedruk oploopt, waarop mitigerende maatregelen genomen kunnen worden (toedienen scale inhibitor, terugnemen injectiesnelheid). Verder is er een automatische drukbegrenzing op de injectiepompen om scheurvorming in de afdichtende lagen te voorkomen (Zie bijlage risico beheersing putten). Het risico is als laag ingeschat voor Calcium Carbonaat en Barium Sulfaat.

Mogelijke effecten van toegevoegde mijnbouwhulpstoffen

De mijnbouwhulpstoffen komen in relatief kleine hoeveelheden voor en hebben geen sterke zure samenstelling, of een andere mogelijke schadelijke samenstelling. De toepassing van deze stoffen in de olie- en gasindustrie is standaard, waarbij geen effecten gemeld zijn.

6.2.4 Conclusie toetsing randvoorwaarden

De toetsing aan randvoorwaarden heeft plaatsgevonden in het verlengde van de toetsing op hoofdlijnen in het Tussenrapport. Daarbij is aanvullend gebruik gemaakt van detailinformatie voor de gasvelden Schoonebeek Gas, Coevorden en Oosterhesselen. Het mogelijke gebruik van deze velden is getoetst aan bestaand provinciaal beleid in Drenthe en Rijksbeleid, zoals nu in ontwikkeling.

De gasvelden Schoonebeek Gas, Coevorden en Oosterhesselen zijn getoetst met betrekking tot de randvoorwaarden voor het productiewater (paragraaf 6.2.1), beleidsmatige aspecten (paragraaf 6.2.2) en compatibiliteit van de reservoirs met de waterkwaliteit (paragraaf 6.2.3). Op basis van deze toetsing zijn er geen redenen één van deze drie velden uit te sluiten van de doelmatigheidstoets.

7 CE Doelmatigheidstoets

CE-afweging

In dit hoofdstuk worden de uitvoering en resultaten van de CE doelmatigheidstoets beschreven. Daarbij wordt ingegaan op de aspecten milieu, risico (korte en lange termijn) en kosten. Dit vormt de tweede stap van de CE-afweging.

In het onderliggende rapport “CE rapportage milieukengetallen en LCA” (CE Delft, 2016) wordt aanvullende informatie gegeven.

7.1 Toepassing CE-afweging

Het CE-afwegingskader bestaat uit vier elementen, de LCA, de risico's op korte en lange termijn en de kosten.

Milieuafweging middels LCA (Levenscyclus analyse)

Bij de LCA wordt gekeken naar de milieueffecten onder normale omstandigheden. Mogelijke milieugevolgen bij calamiteiten worden in beeld gebracht bij het onderdeel risico korte termijn en risico lange termijn.

Kosten

De kosten hebben eveneens betrekking op de te verwachten kosten onder normale bedrijfsomstandigheden. Daarbij wordt rekening gehouden met aanlegkosten, operationele kosten en kosten voor beheer, onderhoud en monitoring. Kosten in geval van calamiteiten worden hier niet bij verrekend. Alle aspecten die betrekking hebben op calamiteiten worden bekeken bij de onderdelen risico korte termijn en risico lange termijn.

Korte termijn risico's en lange termijn risico's

De beide onderdelen risico korte termijn en risico lange termijn gaan in op de mogelijke ongewenste situaties die kunnen ontstaan.

Korte termijn risico's hebben betrekking op de operationele periode van oliewinning en verwerking van productiewater. In deze periode is het mogelijk activiteiten stop te zetten, als één van de maatregelen. Lange termijn risico's hebben betrekking op de periode na afronding van de oliewinning, waarbij de activiteiten zijn afgebouwd. De gedachte is hier in beeld te brengen waar toekomstige generaties rekening mee moeten houden.

Bij risicoanalyse wordt een overzicht gegeven van mogelijke situaties die tot significante gevolgen kunnen leiden. Dit overzicht is opgesteld op basis van kennis en ervaring, aangevuld met de zorgpunten vanuit de omgeving. Bij de ongewenste situaties wordt in beeld gebracht hoe deze zouden kunnen ontstaan en welke maatregelen genomen moeten worden om te voorkomen dat de situatie daadwerkelijk kan optreden. Tevens wordt in beeld gebracht wat de gevolgen zouden kunnen zijn als de situatie optreedt, op het gebied van mogelijke schade, milieueffecten, gevaar voor gezondheid en kosten. Bij de beschrijving van risico's op korte en lange termijn wordt aandacht besteed aan maatregelen die er voor zorgen dat indien de gebeurtenis optreedt, de gevolgen zo gering mogelijk zijn.

De beschikbare alternatieven zijn getoetst op de vier onderdelen van de CE afwegingsmethodiek. Onderstaand worden de resultaten van de toetsing weergegeven. In de bijlagerapporten wordt uitgebreider ingegaan op deze toetsing.

7.2 LCA – Levenscyclus analyse

In de onderliggende rapportage, opgesteld door CE Delft (dezelfde organisatie die betrokken is geweest bij het opstellen van de gehele afwegingsmethodiek), wordt de levenscyclus analyse (LCA) uitvoering beschreven. Onderstaand wordt de methodiek kort beschreven en worden de resultaten gepresenteerd.

Methodiek

De LCA is uitgevoerd conform de in het kader van de MER LAP ontwikkelde methodiek. Van alle verwerkingsmogelijkheden is een zo kwantitatief mogelijke schatting van de milieubelasting gemaakt. Voor inschatten van de milieubelasting zullen worden beschouwd:

- emissies naar water, lucht en bodem;
- verbruiken van hulpstoffen en energiedragers;
- de aan productie van de geconsumeerde hulpstoffen en energiedragers gerelateerde emissies (conform LCA-methodiek);
- productie van te storten reststoffen;
- emissies naar het milieu vanuit de stort.

De emissies zijn conform de in het MER-LAP gehanteerde LCA-methodiek vertaald naar bijdragen aan de milieuthema's.

Om dit te bepalen worden een aantal stappen doorlopen:

Ontleding van alternatieven en varianten in herkenbare processtappen

- In eerste instantie worden de activiteiten van een alternatief of variant opgedeeld in stappen. Een waterzuivering bestaat uit een reeks processtappen, die ieder benoemd worden. De verwerking van het restproduct bestaat eveneens uit één of meerdere stappen. Dat geldt ook voor het transport van productiewater en injectie. Zo worden per alternatief en variant de karakteristieke processtappen benoemd.

Vaststellen milieugevolgen per processtap op basis van levenscyclus benadering

- Voor iedere processtap worden de milieugevolgen bepaald. Bij de levenscyclus analyse worden niet alleen de gevolgen voor het milieu van de processtap zelf vastgesteld, maar ook voor het produceren van de benodigde materialen en het verwijderen ervan na afronding. Tezamen worden zo de totale milieueffecten van deze processtap bepaald. Bij het aanleggen van een transportleiding wordt bijvoorbeeld ook rekening gehouden met het productieproces van de benodigde materialen. Dat geldt ook voor het produceren van chemicaliën die nodig zijn bij een waterzuivering.

Milieugevolgen worden uitgedrukt in 18 milieuthema's

- Er zijn 18 milieuthema's waarin de milieueffecten per processtap kan worden uitgedrukt. De bijdrage van een processtap aan milieuthema's wordt vastgesteld aan de hand van standaardtabellen. De toekenning van milieugevolgen per processtap aan milieuthema's vindt plaats via een gevalideerd computerprogramma, zodat de uitkomsten betrouwbaar en verifieerbaar zijn.

Milieuthema's samen geven zicht op milieugevolgen van een alternatief of variant

- Voor ieder alternatief of variant ontstaat zo een gekwantificeerd beeld van de milieugevolgen. De eenheden waarin deze milieuthema's zijn uitgedrukt verschillen, zodat directe onderlinge vergelijking

tussen de milieuthema's lastig is. Om een beeld te krijgen wat bepalend is per milieuthema, worden de resultaten van een alternatief of variant genormaliseerd weergegeven. De totale bijdrage per milieuthema wordt op 100% gesteld en vervolgens is zichtbaar welke aspecten van een proces of activiteit meer of minder bijdragen. Dit overzicht is in de detailstudie weergegeven per alternatief en variant.

Totaalscore kan met verschillende gewichtsfactoren bepaald worden

- Om te komen tot een totaalscore op milieu per alternatief of variant moeten de afzonderlijke scores van de milieuthema's opgeteld worden. Dit kan echter op verschillende manieren gebeuren, met verschillende weegfactoren per milieuthema. De gekozen weegfactoren zijn een uitdrukking van het onderlinge belang dat aan verschillende milieuthema's en milieuproblemen wordt gehecht. Doordat de keuze voor de gewichtsfactoren mede bepalend zijn voor uitkomsten, zijn er een aantal standaarden ontwikkeld om tot een totaalscore te komen.

Toepassing bepalen totaalscore in dit onderzoek

- Bij deze toets zijn bijdragen aan milieuthema's zowel per milieuthema vergeleken en onderling gewogen. In de MER LAP LCA methodiek is weging een facultatieve stap en volgens de ISO standaard voor LCA (ISO 14044:2006) moeten in ieder geval ook ongewogen resultaten worden gepresenteerd. Omdat elke weging een subjectieve keuze betekent, is het zinvol verschillende wegingen te gebruiken bij wijze van gevoeligheidsanalyse. Dit is ook in de MER LAP LCA methodiek toegepast. Door verschillende invalshoeken te gebruiken voor het interpreteren van de resultaten kan de subjectiviteit van de wegingmethodiek worden verminderd. In veel gevallen geven verschillende benaderingen nagenoeg dezelfde conclusie.

Verdringingseffect

- Onderdeel van de afweging is de vraag in hoeverre de geproduceerde restproducten, indien herbruikbaar, leidt tot een overbodig productieproces elders. Indien een ander productieproces niet meer nodig is, kan de daarvoor benodigde energie bespaard worden, wat als een positief effect wordt toegerekend aan de betreffende variant. Dit wordt aangeduid als een verdringingseffect. Voor de varianten met waterzuivering vindt dit plaats bij de productie van schoon zout, waardoor andere zoutproducenten minder hoeven te produceren (los van de marktwerking uiteraard).

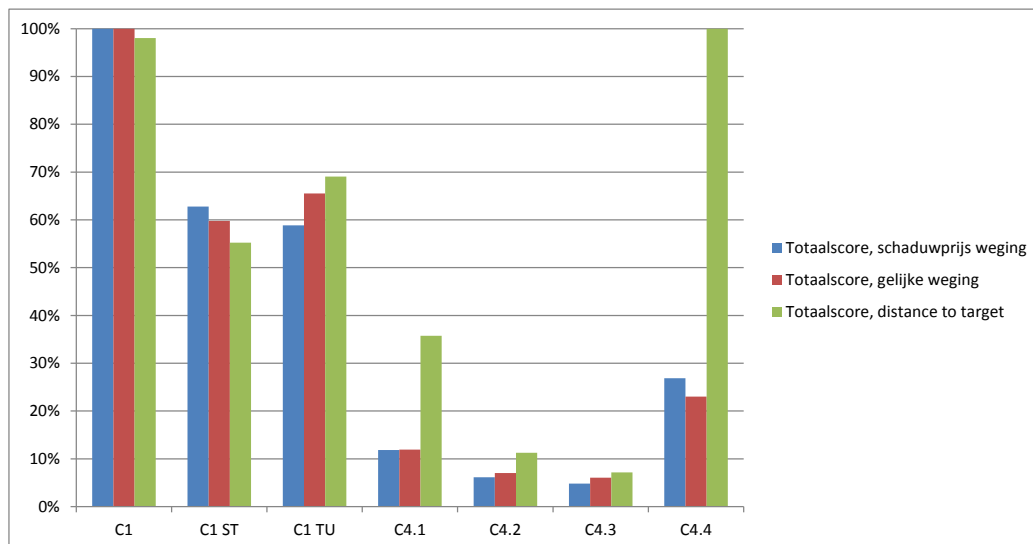
Resultaten

De Totaalscore

De LCA heeft inzicht gegeven in de milieubijdrage van de verschillende alternatieven en varianten. De onderliggende factoren en processen die bijdragen aan de milieuscore zijn beschreven in het onderliggende rapport "LCA-rapportage afweging alternatieven". Om tot een compacte samenvattende score per alternatief en variant te komen, is gebruik gemaakt van de gepresenteerde totaalscore, zoals weergegeven in figuur 12. Hierbij geldt dat een hogere score betekent dat het negatieve effect op het milieu groter is. De effecten zijn genormaliseerd weergegeven ten opzichte van de maximale score, deze is als 100% aangehouden.

Van de drie methoden die beschikbaar zijn om tot een totaalscore te komen, laten twee een vergelijkbare score zien; de schaduwprijs weging en de gelijke weging. De methode "distance to target" geeft een enigszins afwijkend beeld. De onderzoekers van CE [ref. CE rapportage milieukengetallen en LCA, CE, 2016] melden dat voor het maken van afweging tussen de verschillende varianten de eerste twee wegingmethoden het meest relevant zijn, maar dat de "distance to target" methode vanwege de

signaalwerking belangrijk is. De “distance to target” methode is weliswaar verouderd, maar biedt NAM de mogelijkheid beter te sturen op inkoop van minder verontreinigende materialen en chemicaliën.



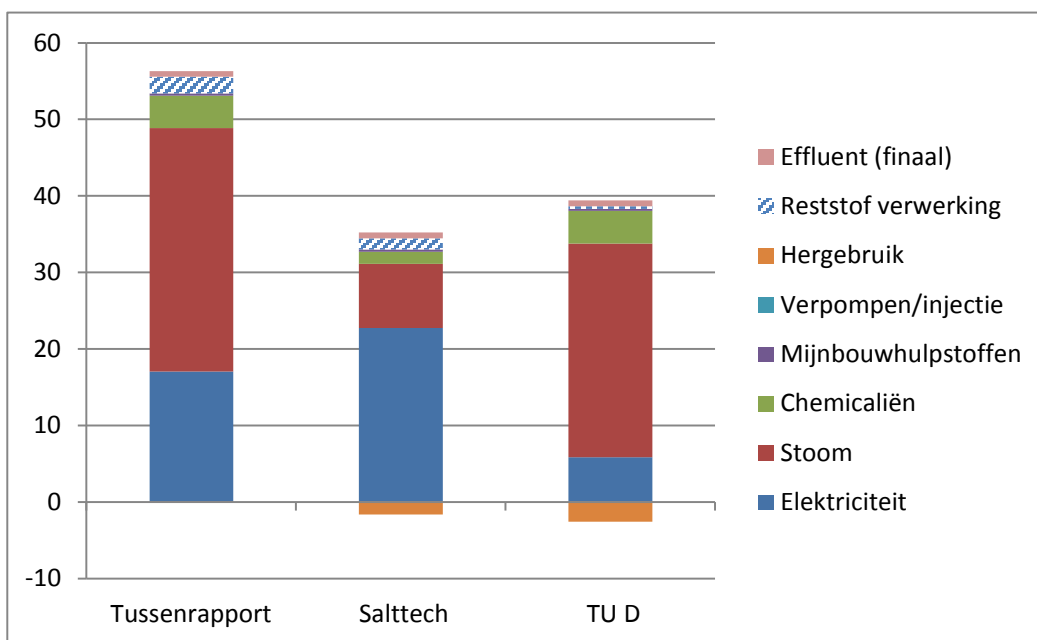
Figuur 12. Opbouw van gewogen milieuscores naar bijdragen van de verschillende processen (bron CE rapportage milieukenngetallen en LCA, CE, 2016)

Opvallend in figuur 12 is het relatieve verschil in totaalscore voor de waterzuiveringsvarianten ten opzichte van de waterinjectievarianten. De totaalscore van de waterzuiveringsvarianten bevindt zich tussen 55% en 100%, terwijl de injectievarianten uitkomen tussen 5% en 11%, voor het ‘genormaliseerde’ totaal en de schaduwprijsweging. Voor de totaalscore met distance to target weging varieert de relatieve score tussen 8% en 35%, met een uitschieter naar 100%.

De uitschieter met 100% treedt op bij variant 4.4 van waterinjectie, waarbij het te injecteren water nog een aanvullende zuivering doorloopt. Ook bij de totaalscore op basis van gelijke weging en schaduwprijs weging geeft dit hogere milieubelasting, maar bij de distance to target weging hebben de zuiveringscomponenten een grote invloed op de score. Dit heeft te maken met het gebruik van ClO_2 en van HCl bij de voorgestelde zuivering. De belangrijkste milieugevolgen van de productieketens van deze stoffen is aan de milieuthema's zoet water vermesting en waterconsumptie, die zwaar meewegen in de distance-to-target weging. De benodigde hoeveelheden chemicaliën zijn ongeveer 8 maal hoger dan bij Alternatief 1, varianten TU Delft en Salttech.

Onderscheid naar energieverbruik

De scores voor de varianten van Alternatief 1 worden voor het overgrote deel bepaald door energiegebruik. Om een goed beeld te krijgen hoe de totaalscores tot stand zijn gekomen, is in onderstaande grafiek weergegeven hoe het gebruik van energie wordt toegerekend aan de energiesoort, bijvoorbeeld stoom of elektriciteit. Het overzicht laat zien hoe de verschillende proces-categorieën bijdragen aan de totale score.



Figuur 13. Opbouw van gelijk gewogen milieuscore voor Varianten 1 (zichtjaar 2022). (bron LCA rapport)

Bevindingen milieu samengevat

Om vanuit de gepresenteerde bevindingen tot een versimpeld overzicht van gekwantificeerde milieueffecten per alternatief en variant te komen, wordt in dit samenvattende overzicht de totaalscore met gelijke weging aangehouden. De gedachte is dat gelijke weging het meest eenduidig is, tenzij er een goede reden is om wegingsfactoren toe te voegen. In dit geval ligt de totaalscore op basis van de gelijke weging het meest voor de hand. In de onderstaande tabel zijn de scores opgenomen.

Tabel 7.1: Samenvatting milieueffecten middels LCA per alternatief en variant.

LCA (met totaal scores)	Alternatief 1: Waterzuivering (varianten zuiveringstechnieken)			Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe (varianten gebruik mijnbouwhulpstoffen)			
	MVR en kristallisatie	DyVaR	Electro Dialyse	1-huidig gebruik	2-biocide reductie	3-H ₂ S reductie	4-aanvullend zuivering
Gelijke weging	100%	60%	65%	11%	7%	6%	22%

7.3 Risicobenadering

7.3.1 Aanpak

Risicobeschrijving in relatie tot eerdere beschrijving in het Tussenrapport

In het Tussenrapport is een complete beschrijving gegeven van de risico's op korte en lange termijn voor alle alternatieven en varianten. Daarin zijn systematisch de mogelijke ongewenste gebeurtenissen benoemd. Vervolgens is bekeken in hoeverre dit kan leiden tot lage of hoge risico's. Er is per onderwerp uitgewerkt hoe tot een score gekomen wordt. Tevens is aandacht besteed aan mogelijke mitigerende maatregelen. (zie Tussenrapport hoofdstukken 12.2, 12.3 en 12.4).

De risicobenadering in de komende hoofdstukken kan gelezen worden in het verlengde van datgene wat in het Tussenrapport is beschreven. Op meerdere punten is nu meer achtergrondinformatie of een concrete onderbouwing gepresenteerd, mede gebaseerd op de specialistische studie uitgevoerd door NAM. Dit heeft als doel om een scherper beeld te krijgen van zekerheden en onzekerheden. De risicobenadering bepaalt daarmee of een alternatief of variant verantwoord kan worden toegepast en welke monitoringsmaatregelen gewenst zijn. Er is tevens getracht de terminologie met betrekking tot risico's eenduidig toe te passen.

Terminologie rondom risico's

Het gebruik van de term risico kan op meerdere wijze gebruikt worden. In de formele zin wordt het risico berekend als de vermenigvuldiging van kans maal effect. Als kans en effect kwantificeerbaar zijn, kan het risico als een waarde berekend worden. Indien kans en effect niet kwantificeerbaar zijn, kan een meer kwalitatieve beschrijving gegeven worden van de omvang, gebaseerd op vergelijkbare situaties.

Onderwerpen voor verdieping – ongewenste gebeurtenissen

Uit het Tussenrapport en de reacties op het Tussenrapport is gebleken, dat vooral bij de risico's ten aanzien van het gebruik van de ondergrond behoefte is aan meer onderliggende informatie. Dat geldt tevens voor de risico's bij mogelijke lekkages bij de transportleiding. In het verlengde hiervan is door het drinkwaterbedrijf aanvullende aandacht gevraagd voor risico's bij de putten, vooral mogelijk verontreiniging naar ondiepere waterlagen. Het waterschap heeft aangegeven, dat bij lozing van water op het oppervlaktewater, zoals voorzien bij de waterzuiveringsvarianten, de risico's van verontreiniging aandacht vragen. Dit heeft geleid tot de volgende aandachtspunten voor verdieping:

- Risico's diepe ondergrond
- Risico's putten
- Risico's transportleiding
- Risico's lozing oppervlaktewater

In het onderstaande overzicht zijn de hier gehanteerde termen toegelicht.

De term risico kan verschillende betekenissen hebben. In het kader van risicomanagement is het van belang vooraf scherp te bepalen wat wordt verstaan onder de hier gehanteerde term risico. Hiervoor worden de onderstaande typeringen gebruikt. Aangezien veel literatuur in het Engels is opgesteld, zijn de bijbehorende Engelse termen eveneens aangegeven:

Risico(risk)

Het risico wordt kwantitatief bepaald (berekend) door de kans van een gebeurtenis te vermenigvuldigen met de consequentie. Bij de berekeningen voor externe veiligheid wordt met behulp van modellen het risico gekwantificeerd.

Ongewenste gebeurtenis (top event)

Een gebeurtenis die plaatsvindt wanneer het gevaar escaleert. Het lekken van productiewater uit een transportleiding kan gezien worden als een voorbeeld van een ongewenste gebeurtenis. Een ongewenste gebeurtenis kan door middel van een gedefinieerd risicoscenario nader worden onderzocht.

Gevaar (hazard)

Is een gebeurtenis of toestand die tot schade kan leiden. Propaan onder hoge druk in een gastank kan als gevaar worden gezien.

Bedreiging (threat)

Wordt gebruikt voor oorzaken die kunnen leiden tot een ongewenste gebeurtenis. Chemische verandering van het gesteente kan als bedreiging voor lekkage worden gezien.

Barrière (Barrier)

Beheersmaatregel om te voorkomen dat een bedreiging leidt tot een ongewenste gebeurtenis, of om de consequentie van een ongewenste gebeurtenis te beperken. Een monitoringsmaatregel kan ook als een barrière fungeren.

Gevolg of consequentie (consequence)

Een ongewenste gebeurtenis kan leiden tot bijvoorbeeld een negatieve invloed op de gezondheid van mens of dier, of schade aan bebouwing. De woorden gevolg of consequentie zijn uitwisselbaar in dit rapport.

Risicoscenario (Risk scenario)

Een gekoppelde combinatie van bedreiging, ongewenste gebeurtenis en consequentie. Een risicoscenario heeft bij voorkeur een bijbehorende risico kwantificering.

Risico's diepe ondergrond vooral voor de Drenthevelden

Mogelijke risico's bij de injectie van productiewater in de diepe ondergrond zijn vooral gerelateerd aan mogelijke seismische activiteit (aardbevingen) en aan de vraag of omringende zoutlagen kunnen oplossen in het injectiewater. Daarnaast zou aantasting van het reservoirgesteente ten gevolge van chemische of thermische reacties als risico kunnen gelden.

In het Tussenrapport zijn deze risico's expliciet beschreven voor de Twentevelden, op basis van onderliggende rapportages. De rapportages hebben betrekking op seismiciteit en zoutoplossing. Tevens is er een integrale risico analyse uitgevoerd voor alle risico aspecten gerelateerd aan de diepe ondergrond. In aanvulling hierop worden de overeenkomstige rapporten voor de diepe ondergrond van Drenthe in de wegging van alternatieven gepresenteerd.

Bij de risico's voor waterinjectie wordt aanvullend aan de risico's voor alternatief 4, ook gekeken wat de invloed zou zijn als waterinjectie plaatsvindt onder een kleisteenlaag in plaats van in het Zechstein (Alternatief 5, Stichting SAT).

Risico's lekkage langs de put

De put vormt een directe verbinding tussen de diepe ondergrond en de ondiepere lagen in de biosfeer, welke goed beschermd dienen te worden. Informatie over de putten is publiekelijk beschikbaar op de overheidswebsites (www.nlog.nl). Deze informatie wordt gebruikt om te komen tot een selectie van geschikte putten voor waterinjectie in Drenthe. In de overkoepelende risico analyse van Twente en Drenthe wordt beschreven hoe wordt omgegaan met verschillende kenmerken van bestaande putten, om te bepalen of deze wel of niet inzetbaar zijn voor waterinjectie. (mogelijke lekkagebronnen, lekkagepaden en de kans op lekkage tot in de biosfeer).

Risico's lekkage uit transportleiding

Bij lekkage van productiewater uit de transportleiding komt het productiewater in de biosfeer. Doordat de transportleiding onder maaiveld ligt, zal het gevolg van de lekkage zichtbaar zijn als een water op maaiveld, zoals het geval is geweest bij de eerder opgetreden lekkage bij De Hulte. Er is een integrale risico analyse uitgevoerd voor de risico aspecten gerelateerd aan injectiewater transportleidingen inclusief de gevaren classificatie en eventuele gezondheidsaspecten van het injectiewater.

Risico's lozing oppervlaktewater

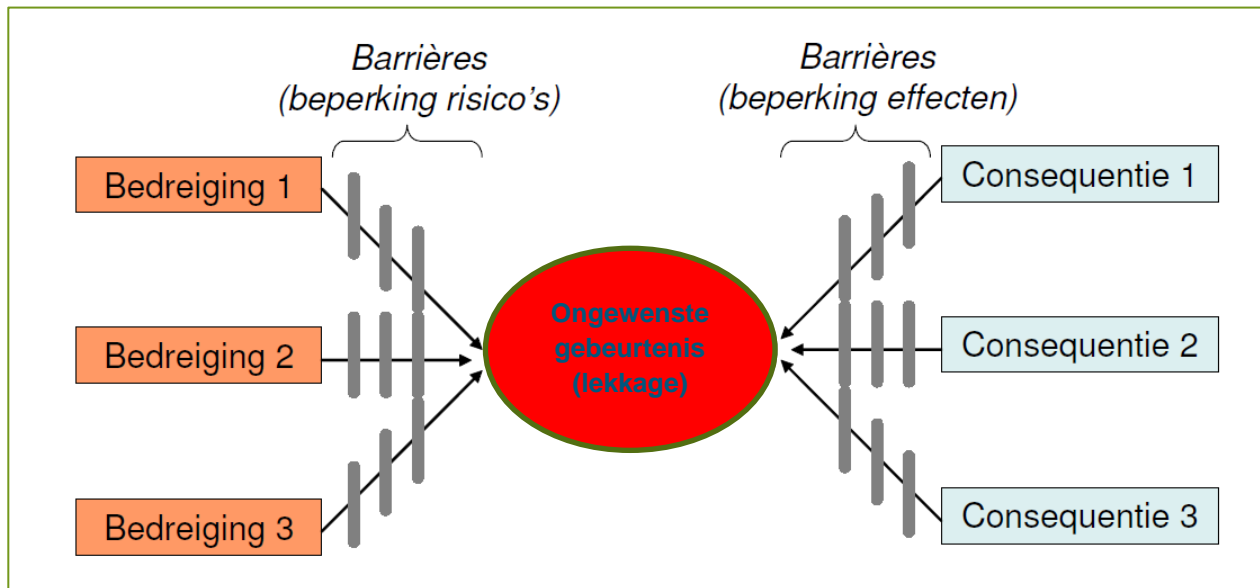
Bij de waterzuiveringsvarianten geldt dat het gezuiverde water wordt geloosd op het nabijgelegen oppervlaktewater. Voor ieder oppervlaktewater gelden normen en ambities zoals vastgelegd in de uitwerking van de Europese Kaderrichtlijn Water. Indien de waterzuivering niet goed functioneert, dient de lozing stopgezet te worden. Bij de zuiveringsvarianten is al geïnventariseerd hoe hiermee kan worden omgegaan.

Gebruik van bevindingen uit onderliggende rapporten

Gezien de betrokkenheid van zowel SodM, TNO als meerdere internationale instituten, wordt in deze rapportage uitgegaan van de bevindingen uit de onderzoeken. Daarbij moet gemeld worden dat vanuit de Stichting al ruim 7 jaar deze onderzoeken en eerdere onderzoeken in twijfel worden getrokken. De Stichting schetst in pamfletten dreigende ongeluksscenario's. Het Ministerie van Economische Zaken heeft de scenario's voorgelegd aan TNO, met het verzoek daar een oordeel over te vellen.

7.3.2 Toepassing van de bow-tie methodiek

Voor het inzichtelijk maken van risico's van ondergrondse gebeurtenissen, wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde bow-tie methodiek. Deze wordt in de olie- en gasindustrie veelvuldig toegepast. Ook het Rijk past de bow-tie methodiek toe in de ontwerp structuurvisie ondergrond. In de onderliggende specialistische rapportages wordt de bow-tie methodiek toegepast op het seismisch risico, risico zoutoplossing, risico lekkage bij de put en risico bij watertransport.



Figuur 14. Schematische weergave van bow-tie (bron STRONG)

7.3.3 Aanvullende onderliggende informatie over risico's

Nadere uitwerking risicoanalyse waterinjectie

NAM heeft de benodigde bow-ties nader uitgewerkt. Daarnaast is specifiek voor de geselecteerde gasvelden en injectieputten het risicoprofiel bepaald. Dat is mede sturend geweest bij het samenstellen van het alternatief waterinjectie Twente- en Drenthevelden, zoals in hoofdstuk 5 van deze weging alternatief is gepresenteerd.

De onderliggende documentatie geeft daarmee de extra verdieping aan het risico onderzoek. Er is voor zowel de Twentevelden als voor de Drenthevelden een integrale beschrijving van de risico's beschikbaar, waaronder weer technische rapportages de benodigde detailinformatie verschaffen.

Beschikbare rapportages over de Twentevelden

Voor de Twentevelden is in de bijlage opgenomen het rapport "Overkoepelende Analyse Ondergrondse Risico's Waterinjectie Twente'. Hierin worden de bevindingen uit vier detailrapporten samengevat. Het betreft de rapporten over mogelijke seismische risico's en risico's met betrekking tot zoutoplossing:

- het mogelijk oplossen van de afdekkende steenzoutlaag indien deze laag in aanraking zou komen met het injectiewater wat zou kunnen leiden tot het vrijkomen van injectie water en/of bodemdaling.
- effecten van bodembewegingen (daling en trillingen) indien water geïnjecteerd wordt.

Deze rapporten zijn in 2015 opgeleverd aan SodM en daarna internationaal getoetst door experts van de universiteiten van Claustal en Paritech, en de US Geological Survey.

- Geology description of Twente Gas Fields: Tubbergen, Tubbergen-Mander and Rossum-Weerselo
- Halite dissolution modelling of water injection into Carbonate gas reservoirs with a Halite seal
- Subsidence caused by halite dissolution due to Water injection into depleted Carbonate gas reservoirs encased in Halite
- Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields

De internationale experts bevestigen dat water injectie in Twente veilig en verantwoord kan plaatsvinden, mits de juiste beheersmaatregelen genomen zijn. Deze reviews zijn samengevat in een rapportage van SodM “Reviews NAM rapporten m.b.t. ‘Risico’s zoutoplossing’ en ‘Seismic threat analysis’.” In deze rapportage geeft SodM aan dat waterinjectie onder de huidige omstandigheden geen onverantwoorde risico’s oplevert.

Verder is er een onderliggend rapport geschreven over de geochemische compatibiliteit van het injectiewater met het injectie reservoir: “Geochemical compatibility Of Schoonebeek oil field production water with Zechstein reservoirs”. De bevindingen hieruit zijn overgenomen in een hoofdstuk over reservoir integriteit in de Overkoepelende Analyse Ondergrondse Risico’s Waterinjectie Twente

De in Twente reeds geïmplementeerde beheersmaatregelen (waaronder monitoring) zijn beschreven in het “Waterinjectie Management Plan” en het “Protocol seismische activiteit door waterinjectie”. De bevindingen met betrekking tot putintegriteit zijn weergegeven in de jaarlijkse rapportages van de NAM aan SodM. Daarnaast is het rapport “Technical evaluation of Twente water injection wells ROW3, ROW4, ROW7, ROW9, TUB7 and TUB10 3 years after start of injection “ beschikbaar. (bijlage 2).

Beschikbare rapportages over de Drenthevelden

Voor de Drenthevelden is in het kader van deze afweging een overkoepelend risico overzicht opgesteld, waarin aandacht wordt besteed aan de reservoir gerelateerde risico’s, zoals seismiek en zoutoplossing, de reservoir integriteit, de putintegriteit en de risico’s bij de transportleidingen. De rapportage is als bijlage opgenomen: ‘Overkoepelende risico analyse waterinjectie van Schoonebeek productiewater in Drenthevelden’.

Het overkoepelende rapport maakt gebruik van onderliggende technische rapporten over Twente velden waar deze ook toepasbaar zijn op de Drenthe velden. Verder zijn er afzonderlijke onderzoeken gedaan naar aardbeving risico in Drenthe, te weten:

- Seismic threat assessment for the potential injection and storage of produced water in the Drenthe Zechstein Carbonate reservoirs
- Seismisch risico volgens de SRA methode voor de voorkomens Schoonebeek ZE, Oosterhesselen ZE en Coevorden ZE.

7.4 Risico korte termijn (gedurende de olieproductiefase)

Classificatie risico's korte termijn

De risico's worden beschreven en vervolgens wordt er een classificatie gegeven als indicatie van de omvang van de gevolgen. Dit is een classificatie van gevolgen, waarbij ieder gevolg negatief is of nihil.

Tabel 7.2: Overzicht classificatie risico korte termijn

Classificatie	Omschrijving / Gevolgen
0	Risico is nihil. De kans is klein en de gevolgen zijn nihil, als er iets gebeurt dan is het binnen de hekken van de mijnbouwlocatie, tijdelijk en herstelbaar
-	Risico is klein. Er zijn gevolgen buiten de hekken van de mijnbouwlocatie, deze zijn tijdelijk en herstelbaar
- / - -	Het risico is klein tot medium, de gevolgen zijn mogelijk serieus en acceptatie van het risico is alleen met expliciete monitoring en gerichte acties verantwoord
- -	Het risico is medium, de gevolgen zijn serieus en acceptatie van het risico is alleen met expliciete monitoring en gerichte acties verantwoord
- - -	Het risico is groot, zonder aanpassing is het risico zo groot dat uitvoering niet verantwoord is

In het Tussenrapport zijn de korte termijn risico's beschreven. De rapportages in de bijlage met integrale risicoanalyses beschrijven in meer detail de mogelijk risico's en hoe daar op wordt ingespeeld. Onderstaand zijn de inzichten samengebracht, die als aanvullend gezien worden op datgene wat beschreven is in het Tussenrapport. Een deel van de bevindingen is relevant voor de waterzuiveringsvarianten (7.4.1) en een deel is relevant voor de waterinjectievarianten (7.4.2).

7.4.1 Waterzuiveringsvarianten

Onderstaand wordt ingegaan op de ongewenste gebeurtenissen die kunnen optreden bij de waterzuiveringsvarianten. De beschrijving van het Tussenrapport vormt daarbij het startpunt. Aanvullende informatie is afkomstig uit de uitwerking van de nieuw toegevoegde varianten.

Algemene preventie middels voorzorgsmaatregelen

Er wordt in de beoordeling van de zuiveringsvarianten van uitgegaan dat er voorzorgsmaatregelen genomen worden om het risico op verspreiding van vluchtige bestanddelen tijdens behandeling en opslag te voorkomen. Verder zal vloeibaar afval in gesloten roestvrij stalen containers worden opgeslagen, om lekkages en verdamping van gevaarlijke vluchtige organische stoffen (BTEX, PAK's, etc.) uit het water te voorkomen.

De waterbergings- en de behandelingslocatie wordt uitgerust met een ondoorlatende bodem (bijvoorbeeld van beton) om te voorkomen dat vervuild water na lekkage uit de containers in de bodem of het oppervlaktewater terecht komt.

Mogelijke risico's waterzuivering (score -)

Bij waterzuivering zijn er risico's met betrekking tot de zuiveringsinstallatie zelf, het lozen van het gezuiverde water en het verwerken van het restproduct.

Voor de zuiveringsinstallatie geldt dat hier geen risico-verhogende elementen in de verschillende line-ups zijn opgenomen, met als gevolg dat het bedrijfsrisico vergelijkbaar is aan dat wat bedrijf breed geldt in de waterzuivering. De waterzuivering zal ook goed moeten functioneren als de kwaliteit van het aangeleverde productiewater enigszins afwijkt.

Transportrisico's bij afvoer restproducten (score - - en - / - -)

Bij de waterzuiveringsvarianten ontstaan relatief veel restproducten. Bij de variant in het Tussenrapport is de totale hoeveelheid gemengd zout geraamd op 200 ton per dag in 2022, afnemend tot circa 60 ton per dag aan het einde van de oliewinningsperiode. Indien een vrachtwagen circa 30 ton gemengd zout kan vervoeren, zal er in 2022 dagelijks 7 vrachtwagens nodig zijn voor de afvoer van het gemengd zout. Aan het eind van de oliewinning is het aantal beperkt tot 2 vrachtwagens per dag. De totale hoeveelheid vervoer per vrachtwagen is daarmee aanzienlijk, ongeveer 35.000 transporten.

De statistieken wijzen uit dat iedere vorm van verkeer kan leiden tot ongelukken. In het Tussenrapport is verwezen naar de beschikbare cijfers over ongelukken met vrachtwagens waarbij dodelijke slachtoffers en gewonden zijn gevallen. De Onderzoeksraad voor de Veiligheid meldt naar aanleiding van een onderzoek eind 2012:

“Per jaar vinden op de Nederlandse snelwegen gemiddeld duizend vrachtwagenongevallen plaats, waarbij circa 23 doden en 105 ernstig gewonden vallen. Bovendien zijn de slachtoffers meestal de andere weggebruikers.”

Bij de variant Saltech ontstaat 50% gezuiverd zout en 50% gemengd zout. Dit betekent dat dezelfde hoeveelheid restproduct getransporteerd moet worden. Voor het gezuiverde zout kan echter gesteld worden dat dit in plaats van het huidige transport van gezuiverd zout komt, zodat alleen de 50% gemengd zout als aanvullend transport gezien kan worden bij deze variant. De hoeveelheid extra vervoer per vrachtwagen bedraagt bij de variant Saltech daarmee circa 17.500 transporten.

Bij de variant TU Delft vindt eveneens scheiding van gezuiverd en gemengd zout plaats. Hier blijft circa 20% gemengd zout over, wat leidt tot 7.000 aanvullende transporten.

In het Tussenrapport is de hoeveelheid aanvullende transporten als zodanig hoog ingeschat, dat dit heeft geleid tot een risicoscore van dubbel min. De score geeft aan dat het van belang is bij een detailuitwerking hier aandacht aan te besteden door alternatieve afvoermogelijkheden uit te werken of een zodanige locatie en route te kiezen dat de kans op ongelukken geminimaliseerd wordt.

De varianten van Saltech en TU Delft leiden tot een aanzienlijke verlaging van het aantal transporten en daarmee het risico. Dit is in de score tabel tot uiting gebracht door een score van “- / - -”. Dit is een iets betere score dan geldt bij de waterzuivering van het Tussenrapport (score van - -).

Mogelijke risico's bij waterlozing, monitoring en interventie (score -)

Voor het lozen van gezuiverd water geldt dat deze binnen de normen van het waterschap dienen te blijven. Indien de waterzuivering onvoldoende functioneert, kan het gebeuren dat verontreinigd water wordt geloosd. Dit heeft (ecologische) gevolgen voor het ontvangende watersysteem. De gevolgen zullen naar verwachting tijdelijk zijn, mits tijdig het defect in de waterzuivering wordt ontdekt. Dat betekent dat er een goed werkend monitoringssysteem operationeel moet zijn. Indien de normen worden overschreden zal de lozing gestaakt moeten worden. In dat geval zal het te zuiveren productiewater tijdelijk moeten worden opgeslagen (maximaal 1 dag) of de oliewinning zal gestaakt moeten worden. Dit vormt zodoende een beperkt omgevingsrisico maar wel een bedrijfsrisico.

7.4.2 Waterinjectievarianten (Drenthevelden)

Beschikbare onderliggende studies met detailinformatie over de ondergrond

Voor de waterinjectievarianten zijn de risico's in beeld gebracht in de bijlage rapporten (Overkoepelende Analyse Ondergrondse Risico's Waterinjectie Twente, NAM, 2016 en Overkoepelende Risico Analyse Injectie van Schoonebeek Productiewater in Drenthe, NAM, 2016). Hierin staan de mogelijke risico's

beschreven en zijn de bevindingen uit onderliggende technische rapportages samengevat. De technische rapportages waarna verwezen wordt zijn publiekelijk toegankelijk via de NAM website.

Aanvullend onderzoek

In het Tussenrapport is beschreven dat voor de Twentevelden aanvullend op de risicoanalyses tijdens het MER Herontwikkeling Oliewinning Schoonebeek, diepgaand onderzoek is uitgevoerd naar mogelijke seismische activiteiten en mogelijke zoutoplossing. Aanvullend op het Tussenrapport wordt bij deze weging van alternatieven tevens een overzicht gegeven van mogelijke risico's bij de te selecteren Drenthevelden. Hiervoor is uitgegaan van de bow-tie benadering.

De aanvullende informatie heeft betrekking op:

- de kwetsbaarheid van de bovengrond bij transportleiding.
- de putintegriteit
- de seismische risico's,
- het risico van zoutoplossing.

Onderstaand worden de belangrijkste bevindingen uit de Overkoepelende Risicoanalyse Drenthe met onderliggende studies weergegeven.

Transportleiding (score – of 0/-)

De analyse van het risico van transportleiding lekkage bevestigt dat water injectie veilig en verantwoord kan plaatsvinden. Er is een spectrum aan preventieve maatregelen geïdentificeerd. In het geval dat er toch een lekkage optreedt, zal er direct gereageerd worden om de lekkage zo veel mogelijk te beperken. Ook wordt de verontreinigde bodem dan onverwijld gesaneerd, zodat de verontreiniging opgeruimd wordt. Het effect van een lekkage is hiermee tijdelijk van aard en herstelbaar, wat leidt tot een score “-”.

Bij de varianten wordt steeds minder mijnbouwhulpstoffen toegevoegd, zodat het mogelijke effect van een lekkage in de transportleiding verder beperkt wordt. Het verder verlagen van dit risico is een belangrijke reden om mijnbouwhulpstoffen buiten het productiewater te houden. Voor de varianten met minder mijnbouwhulpstoffen wordt dit zichtbaar gemaakt door een enigszins betere score “0/-”.

Putintegriteit (score -)

De analyse van het risico van put lekkage bevestigt dat waterinjectie veilig en verantwoord kan plaatsvinden, mits de juiste preventieve en reactieve beheersmaatregelen worden geïmplementeerd. Het feit dat alle putten moeten voldoen aan het dubbele barrière concept maakt dat het uiterst onwaarschijnlijk is dat injectiewater uit een put kan lekken.

Zoals omschreven in het Tussenrapport is putintegriteit van groot belang, om te voorkomen dat het water buiten het injectie reservoir achter de putwand komt. De meeste kandidaat putten voor waterinjectie zijn oorspronkelijk geboord voor gasproductie. Bij het boren van de put is rekening gehouden met veiligheidseisen om lekkage te voorkomen. Zo is de put minimaal dubbelwandig uitgevoerd. Het gas gaat door de productiebus en deze staat in een beschermende stalen buiswand die met cement verankerd is in het gesteente. Om deze buiswand bevinden zich vaak nog enkele buiswanden. Zo zijn er altijd minimaal 2 barrières tussen het gas en de buitenkant. De productiebus is de primaire barrière. De tweede barrière dient om een eventueel lek in de eerste barrière op te vangen.

Continu worden de drukken gemeten in de ruimtes tussen de verbuizingen. Indien een van deze barrières lek raakt, verandert de druk in de tussenruimten en wordt de put ingesloten. Deze monitoring zal worden voortgezet gedurende de waterinjectiefase, zoals dat in Twente ook al gebeurt. Zodoende zijn er dan altijd 2 barrières tussen het water in de injectiebuis en de buitenkant van de put.

Aan de preventieve kant zijn ook maatregelen om corrosie te voorkomen, zoals het gebruik van corrosie remmer. Tevens worden er bovengrondse en ondergrondse inspecties uitgevoerd om eventuele corrosie vroegtijdig op te merken.

Seismiek (score -)

Ook de risicoanalyse rond de effecten van een door waterinjectie geïnduceerde aardbeving bevestigt dat water injectie veilig en verantwoord kan plaatsvinden, mits de juiste beheersmaatregelen worden geïmplementeerd.

Analyse historische bevingen

In Drenthe is het seismisch risico iets hoger dan in Twente omdat er voelbare aardbevingen geweest zijn (met een kracht van 2 of groter op de Schaal van Richter) tijdens de gasproductie (bij het gasveld Emmen en Dalen). Op basis van historische aardbevingsgegevens zijn de Coevorden, Schoonebeek Gas en Oosterhesselen velden het meest geschikt voor water injectie. In deze velden zijn geen of slechts kleine, niet voelbare bevingen gedurende gas productie geregistreerd. In de velden Coevorden en Schoonebeek Gas heeft gedurende meer dan 10 jaar ook al waterinjectie plaatsgevonden waarbij geen aardbevingen geregistreerd zijn.

Putselectie op basis van risico-inschatting

De mogelijke velden voor waterinjectie zijn geselecteerd op historische informatie zoals beschreven. Vervolgens is per put in meer detail gekeken of deze een hoger of lager risico hebben op het initiëren van aardbevingen bij waterinjectie. In hoofdstuk 5 is deze putselectie met gehanteerde criteria beschreven.

Monitoring met accelerometers en geofoons

Indien er daadwerkelijk een uitbreiding van waterinjectie in deze velden plaats gaat vinden, dan zal het bestaande gefoon netwerk uitgebreid worden met accelerometers. Net zoals in Twente zal een "Protocol seismische activiteit door water injectie" geschreven worden als onderdeel van het verplichte "Water Injectie Management Plan". Het bevoegd gezag ziet er op toe dat deze verplichte maatregelen ook daadwerkelijk geïmplementeerd worden.

Seismisch risico op basis van leidraad voor gaswinning in aanvulling op NAM analyse

Het seismisch risico voor de Schoonebeek Gas, Oosterhesselen en Coevorden velden is beschreven volgens de "Methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning, tijdelijke leidraad voor adressering mbb. 24.1.p, versie 1.2, SodM, 1 februari 2016". Deze leidraad is ontwikkeld voor het inschatten van seismisch risico door gaswinning (en dus drukdaling) en niet voor het inschatten van het seismisch risico ten gevolge van waterinjectie (en dus drukstijging). Aangezien er geen leidraad voor waterinjectie beschikbaar is, wordt de leidraad voor gaswinning zoveel mogelijk gevolgd. Dit is nog niet eerder gebeurd, zodat de onderstaande interpretatie door NAM zelf is uitgewerkt. In de rapportage "Overkoepelende risico analyse Drenthe" is deze toetsing beschreven. De toetsing bevestigt dat waterinjectie in de geselecteerde Drenthevelden binnen de normen voor seismische risico's kan plaatsvinden. Daarbij wordt wel het belang van een monitoringsprotocol benadrukt.

Monitoring seismiek

Voor de kandidaat velden voor waterinjectie geldt dat tot nu toe geen enkele beving gevoeld is door personen. Ook op basis van alle observaties bij water- en gasinjectie in Nederland lijkt het risico op

schade door aardbevingen zeer beperkt. Aangezien dat nog niet wil zeggen dat het seismisch risico geheel kan worden uitgesloten en ook vanwege de schaal van de waterinjectie wordt aanbevolen, dat de volgende monitoring zal plaatsvinden om tijdig seismische activiteiten te constateren:

- Monitoring met een minimale cataloguscompleteid in de omgeving van het veld;
- Monitoring in de omgeving van het veld aanvullen met accelerometers
- Implementeren generiek seismisch-risicobeheersplan.

Zoutoplossing (score -)

Op basis van uitgebreide modelleringen is aangetoond dat zoutoplossing alleen waarschijnlijk is als tegelijkertijd aan twee zeer specifieke condities voldaan wordt:

- het (niet zout verzadigde) injectiewater moet in direct contact kunnen komen met het steenzout
- het injectiewater moet in voldoende mate langs het steenzout kunnen doorstromen om steeds weer “vers” (niet zout verzadigd) water aan te voeren.

Onderzoek heeft zich gericht op de putten, waarin het water wordt geïnjecteerd, in samenhang met de geologie van de injectiereservoirs (carbonaatlagen) en afdichtende lagen (anhydriet en steenzout lagen) in de diepe ondergrond. Hieruit zijn scenario's geïdentificeerd, waarbij in theorie injectiewater langs het zout zou kunnen stromen.

Dichtbij de put

Direct rondom een put zou injectiewater dat op diepte wordt geïnjecteerd via mogelijke scheurtjes in het cement rondom de verbuizing naar de onder- of bovenliggende steenzoutlaag kunnen stromen. Daarnaast kan het injectiewater ook in contact komen met het zout als er een lek in de ondergrondse verbuizing is ontstaan. Elk afzonderlijk kunnen deze situaties niet tot duidelijke zoutoplossing leiden, omdat het niet verzadigde injectiewater niet rond kan stromen. Het water raakt daardoor snel verzadigd en kan niet nog meer zout oplossen. Slechts een combinatie van deze twee situaties kan een continu stromingspad opleveren wat mogelijk wel tot aantasting van de zoutlaag zou kunnen leiden.

Beschermende maatregelen bestaan uit een goede en regelmatige inspectie van de injectieputten zelf. Deze inspectie is gericht op zowel de kwaliteit van de stalen verbuizingen in de put, als ook de kwaliteit van de cementlaag waarmee de verbuizing is vastgezet in het gesteente. Dergelijke inspecties (calliper, temperatuur en CBL logs) zijn een integraal onderdeel van het Waterinjectie Management Plan voor de injectievelden.

Op afstand van de put

Op basis van vele boorputgegevens kan worden aangetoond dat de lege kalksteen gasreservoirs in Twente overal zowel aan de boven- als onderzijde gescheiden worden van het steenzout door een onoplosbare anhydrietlaag. In de Drenthe velden zijn deze anhydrietlagen ook overal aanwezig, maar er bevindt zich geen steenzout onder het reservoir. Als er in het gesteente geen breuken aanwezig zijn, dan kan op afstand van de put door de aanwezigheid van onoplosbare anhydrietlagen tussen het kalksteen reservoir en het steenzout, geen contact ontstaan tussen het injectiewater en het steenzout. Alleen in de buurt van breuken is een situatie denkbaar waarbij het injectiewater in contact zou kunnen komen met het steenzout, doordat de verschillende lagen aan weerszijde van en langs de breuk in diepte zijn verschoven. Om stroming van injectiewater langs breuken te beperken dient er voldoende afstand te zijn tussen injectieputten en breuken. Putten die te dicht bij breuken staan worden daarom niet gebruikt voor water injectie.

Resultaten onderliggende risico analyse

De risicoanalyse rond het mogelijk oplossen van de afdekkende zoutlagen bevestigt dat waterinjectie veilig en verantwoord kan plaatsvinden mits de juiste beheersmaatregelen worden geïmplementeerd. De geologische opbouw van de Drenthevelden verschilt licht van die van Twente, maar leidt tot een zelfde risicobepaling. Dit houdt in dat preventie van grondwatervervuiling door het in de ondergrond ongecontroleerd vrijkomen van injectiewater alsmede lokale/regionale bodemdaling als gevolg van zoutoplossing op een goede manier preventief geborgd kunnen worden. Eveneens kunnen er verschillende beheersmaatregelen geïmplementeerd worden, die vroegtijdige detectie van eventuele problemen ten doel hebben en de mogelijkheid van verdere escalatie beogen te minimaliseren.

Selectie op putintegriteit

Het verifiëren van putintegriteit is een belangrijke preventieve maatregel, zoals beschreven bij de putselectie in hoofdstuk 5. Hierbij is de kwaliteit van de putten, kwaliteit van de cementatie en casing bij de put, het verzet van breuken, de afstand tot breuken, en de samenstelling van het zout in contact met het gasreservoir (anhydrietlagen) geanalyseerd.

7.4.3 Overzicht risico's korte termijn

In tabel 7.3 staan de resultaten van de risico-inventarisatie voor de risico's korte termijn weergegeven. De toelichting op de scores is in de voorgaande paragrafen weergegeven.

Tabel 7.3: Samenvatting risico's korte termijn per alternatief en variant.

Risico korte termijn	Alternatief 1: Waterzuivering (varianten zuiveringstechnieken)			Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe (varianten gebruik mijnbouw hulpstoffen)			
	MVR en kristallisatie	DyVaR	Electro Dialyse	1-huidig gebruik	2-biocide reductie	3-H ₂ S-binder reductie	4-aanvullend zuivering
Zuivering	-	-	-				-
Lozing	-	-	-				0
Transport zoutproduct	--	- / --	- / --				0
Transport via leiding				-	0/-	0/-	0/-
Injectieput				-	-	-	-
Seismisch				-	-	-	-
Zoutoplossing				-	-	-	-
Maximaal Risico korte termijn	--	- / --	- / --	-	-	-	-

Risicoduiding waterzuivering

Bij waterzuivering is er laag risico bij de waterzuiveringsinstallatie en bij de lozing van gezuiverd water op het oppervlaktewater. Bij de waterzuivering wordt er van uitgegaan dat normale voorzorgsmaatregelen zijn getroffen. Bij waterlozing is er van uitgegaan dat er een monitoringssysteem actief is, waarbij binnen een dag na meting bij te hoge waarden de lozing stilgezet kan worden. Er is een hoger risico bij het transport van de relatief grote hoeveelheid gemengd zout. Bij de zuiveringsvarianten Salttech en TU Delft

is het aantal toerekenbare transportbewegingen aanzienlijk lager, waardoor het risico bij transport lager wordt.

Risicoduiding waterinjectie

De risico's korte termijn voor waterinjectie zijn laag. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de varianten, op basis van het risico bij watertransportleidingen. Met minder biocides is het risico bij een lekkage vrijwel nihil. Voor de seismische risico's geldt dat deze vrijwel nihil zijn in de Twentevelden, maar laag in de Drenthevelden gezien de eerdere seismiek in de regio.

Het risico van zoutoplossing op de korte termijn is gerelateerd aan mogelijke aantasting van de omgeving van de injectieput tijdens de waterinjectie.

7.5 Risico lange termijn (na afronding olieproductie)

Aanvullende aandachtspunten in het verlengde van het Tussenrapport

Voor de lange termijn risico's geldt in het verlengde van de korte termijn risico's dat deze gestructureerd beschreven zijn in het Tussenrapport. De zuiveringsvarianten leiden tot nader onderzoek naar de opslag van restproducten. Waterinjectie in de Drenthevelden leidt tot nader onderzoek naar risico's ten aanzien van mogelijke zoutoplossing. Dit zijn onderstaand de aandachtspunten.

Classificatie risico's lange termijn

De onderstaande classificatie geeft een indicatie van de omvang van de risico's. Een belangrijk verschil met de korte termijn risico's is dat deze risico's op een veel grotere tijdschaal spelen. Waar het bij de korte termijn risico's niet relevant is of de calamiteit optreedt na 1 of 10 jaar, maakt het bij de lange termijn risico's wel uit of dit plaatsvindt. Bij lange termijn wordt gekeken naar een periode van meerdere decennia tot meer dan 100 jaar. Hoe verder in de toekomst, hoe meer andere onzekerheden ook toenemen, waardoor dit specifieke risico in relevantie afneemt. Daarom is er een andere risicoclassificatie voor de korte en de lange termijn risico's.

Het is een absolute classificatie van risico's, waarbij ieder risico negatief is of nihil.

Tabel 7.4: Overzicht classificatie risico lange termijn

Classificatie	Omschrijving / gevolgen
0	Het risico is nihil, doordat de kans op een gebeurtenis met negatieve gevolgen nihil is op een maatschappelijk relevante tijdschaal (binnen 100 jaar)
-	Het risico is laag. De kans op een gebeurtenis met negatieve gevolgen is niet uit te sluiten op een maatschappelijk relevante tijdschaal, het gevolg is beperkt. Er worden maatregelen genomen om deze kans te minimaliseren
--	Het risico is medium. De kans op een gebeurtenis met negatieve gevolgen is redelijkerwijs aanwezig op een maatschappelijk relevante tijdschaal, de gevolgen zijn aanzienlijk. Alleen met expliciete voorzorgmaatregelen is het risico verantwoord
---	Het risico is groot. Zonder aanpassing is de kans op de gebeurtenis met negatieve gevolgen zo groot op een maatschappelijk relevante tijdschaal, dat uitvoering niet verantwoord is

De risico's lange termijn zijn vergelijkbaar met de beschreven risico's in het Tussenrapport voor de lange termijn. Nadere informatie over de Drenthevelden geeft aan dat bij een correctie putselectie geen aanvullende lange termijn risico's worden geïntroduceerd. De lange termijn risico's met betrekking tot mogelijke zoutoplossing is afdoende beschreven in de onderliggende rapportage "Overkoepelende Risico

Analyse Injectie van Schoonebeek Productiewater in Drenthe” en de “Overkoepelende Analyse Ondergrondse Risico’s Waterinjectie Twente”.

Risico restproducten waterzuivering (score - -)

Bij de waterzuiveringsvarianten ontstaat een gemengd zout restproduct dat voor de lange termijn wordt opgeslagen. Op een dergelijke termijn bestaat de kans dat er gemengd zout uit de stortplaats weg lekt en in het milieu terecht komt. Het gevolg is lastig te overzien, maar het is niet wenselijk. In de tabel zijn tevens relatieve scores opgegeven, afhankelijk van de relatieve hoeveelheid gemengd zout ten opzichte van de maximale hoeveelheid bij de variant van het Tussenrapport (MVR en kristallisatie).

De stortplaats met zout heeft het risico dat ergens in de toekomst er lekkage vanuit de stort naar de omgeving kan gaan plaatsvinden. Daarom is dit risico als een dubbele min gescoord, met als achtergrond dat het wenselijk is tot een andere oplossing te komen. De hoeveelheid gemengd zout zal zoals bij de variant uit het Tussenrapport beschreven circa 600.000 m³ bedragen. Dat is dermate veel dat een stortplaats met deze omvang de aandacht van toekomstige generaties zal vragen.

Ook voor de zuiveringsvarianten geldt dat uiteindelijk een relatief grote bovengrondse stortplaats over blijft. Bij de Salttech variant resteert circa 300.000 m³ gemengd zout en bij de TU Delft variant circa 120.000 m³ gemengd zout. Voor beide varianten is een permanente voorziening nodig met zorg om te voorkomen dat verontreiniging van de omgeving optreedt.

Risico mogelijke zoutoplossing in Drenthevelden (score -)

Bij de lange termijn risico’s voor zoutoplossing bij waterinjectie geldt dat het water in het reservoir stil staat. Daardoor kan zout alleen oplossen door middel van diffusie. Het duurt duizenden jaren voordat eventueel convectiestromen kunnen ontstaan. Deze convectie stromen worden in Twente extra gehinderd door lage verticale communicatie, door de aanwezigheid van anhydrietlagen in het reservoirgesteente.

In de Drenthevelden ontbreken deze lagen waardoor meer verticale stroming in het reservoir mogelijk is. In Drenthe bevindt er zich alleen zout boven het reservoir en niet onder het reservoir. In het geval van zoutoplossing is het van belang dat de Drenthe reservoirs een diepte hebben van 3.000 meter, waardoor het effect van eventuele oplossing van zout via plastische vervorming meer beperkt wordt dan in Twente.

Voor zowel Twente als Drenthe geldt dat het vermogen van het injectiewater om zout op te lossen relatief beperkt is. Zelfs als het injectiewater volledig zout verzadigd zou raken, dan nog wordt minder dan 1% van het totale zoutlagenpakket opgelost (zie Overkoepelende Risico Analyse Twente, Drenthe, NAM, 2016). Hierdoor blijft de integriteit van de afdekkende zoutlaag intact.

Ondanks de verschillen tussen Twente en Drenthe wordt het zout oplossingsrisico gelijk ingeschat als een laag risico. Bepalend voor deze inschatting is het feit dat monitoring in het reservoir niet mogelijk is, zodat effecten indirect worden waargenomen. Dit is mogelijk met behulp van Insar-satelliet monitoring, waarmee eventuele bodemdaling regelmatig gemeten wordt ter bevestiging van aannames bij de putten en velden.

Door het boren van putten is een verbindingen gemaakt tussen het maaiveld en het reservoir met het daarin opgeslagen injectiewater en restgas. Na afloop van de olie winning en water injectie activiteiten worden de putten opgeruimd. Hierbij worden op meerdere plaatsen cementproppen in de putten geplaatst. De eindsituatie is daarmee vergelijkbaar met vele reeds opgeruimde putten in Nederland. Voor deze putten is op dit moment geen zicht dat dit in de biosfeer merkbare gevolgen kan hebben.

Dit betekent dat de opslag van water in een reservoir in de diepe ondergrond met de huidige inzichten niet tot risico's leidt. Maar omdat het ook niet volledig is uit te sluiten wordt hier een enkele min gescoord.

Onderstaand zijn in tabel 7.5 de belangrijkste bevindingen op het gebied van risico's op de lange termijn samengevat.

Tabel 7.5: Samenvatting risico's lange termijn per alternatief en variant.

Risico lange termijn	Alternatief 1: Waterzuivering (varianten zuiveringstechnieken)			Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe (varianten gebruik mijnbouw hulpstoffen)			
	MVR en kristallisatie	DyVaR	Electro Dialyse	1-huidig gebruik	2-biocide reductie	3-H ₂ S reductie	4-aanvullend zuivering
Zuivering	0	0	0				0
Lozing	0	0	0				0
Restproduct	100% --	50% --	20% --				0
Transport				0	0	0	0
Injectieput				-	-	-	-
Seismisch				0	0	0	0
Zout				-	-	-	-
Maximaal Risico lange termijn	--	--	--	-	-	-	-

Uit tabel 7.5 blijkt dat er op de lange termijn bij de waterzuiveringsvarianten rekening moet worden gehouden met een stortplaats met gemengd zout. Bij de waterinjectievarianten zijn lage risico's voorzien, vergelijkbaar met andere industriële activiteiten.

7.6 Kosten

7.6.1 Methodiek kostenbepaling

Er is een raming gemaakt van de kosten voor de alternatieven en varianten. Daarbij is uitgegaan van beschikbare informatie, afkomstig van:

- NAM ervaringscijfers, transport, injectie, putten, onderhoud
- Leveranciersgegevens
- Publiekelijk beschikbare overzichten van kosten

De kosten zijn voorgelegd aan zowel Saltech als aan TU Delft, om er voor te zorgen dat ze in redelijk overleg tot stand zijn gekomen. De kosten hebben betrekking tot de aanleg, aanpassingen van putten en leidingen, operationele kosten en onderhouds- en vervangingskosten. Daarmee wordt een zo compleet mogelijk beeld geschetst.

Het is belangrijk voor ogen te houden dat er een ruime marge van onzekerheid in de opgegeven waarden zit. Voor deze fase van (ruw) ontwerp geldt op basis van standaard industriepraktijk een onzekerheid aangehouden van -25% en +40%.

Kosten voor vervangen leidingen bij Schoonebeek olieveld

Voor de drie zuiveringsvarianten geldt dat er aanvullend kosten berekend worden voor het vervangen van de leidingen vanaf de winputten naar de Oliebehandelingsinstallatie in Schoonebeek. De huidige leidingen worden beschermd tegen aantasting met H₂S door H₂S-binder toe te passen. Het is echter niet mogelijk de H₂S-binder uit het productiewater te verwijderen. Het is vervolgens ook niet toegestaan H₂S-binder met het gezuiverde water te lozen. Als gevolg hiervan is het dus niet mogelijk bij de zuiveringsvarianten H₂S-binder te gebruiken. Om aantasting van de huidige leidingen te voorkomen, dienen deze dan ook vervangen te worden, door leidingen die bestand zijn tegen H₂S. Daarvoor zijn de kosten op circa € 110 miljoen geraamd. Dit bedrag vormt een onderdeel van alle drie de zuiveringsvarianten.

Mogelijke kosten OBI

De bacteriologische corrosie kan tevens optreden in de OBI, indien biocide niet gebruikt kan worden. Dit vergt een aanpassing van de OBI, om deze bacterie-resistent te maken. De noodzaak hiervan is nog niet duidelijk, zodat de mogelijke kosten die hiermee verbonden zouden zijn, buiten beschouwing gelaten zijn. NAM geeft aan voor een vervanging van de OBI rekening te moeten houden met circa € 100 miljoen aan kosten.

Van jaarlijkse operationele kosten, naar kosten voor de gehele winperiode

De kosten voor de operationele bedrijfsvoering (OPEX) zijn bepaald voor de verschillende alternatieven. Hierin zijn ook de geschatte jaarlijkse kosten voor vervanging wegens slijtage van onderdelen opgenomen. Bij elkaar geeft dit een indicatie van de kosten voor elk alternatief. Het gehele project zal van 2022 tot en met 2050 duren. Om het gewicht van operationele kosten vergelijkbaar te maken met die van investeringen, is het gebruikelijk een netto-contante-waarde berekening op de operationele kosten toe te passen (NPV, met discontovoet van 10%). Een goede benadering voor de netto-contante-waarde van de operationele kosten over de periode van circa 28 jaar, komt neer op circa 10 keer de operationele kosten van 2022, gebaseerd op een in de industrie gangbare disconto-rentevoet (discount factor). Deze benadering is in het rapport gebruikt.

7.6.2 Beschrijving kosten alternatief 1

De gepresenteerde investeringskosten (CAPEX) van de process units en operationele lasten (OPEX) zijn afkomstig uit de 'kosten standaard' van Royal HaskoningDHV, welke is gebaseerd op de benchmark-data afkomstig van de Nederlandse Drinkwaterleiding bedrijven. De voornaamste kostenposten zijn vervolgens gecontroleerd en aangevuld met aanvragen van specifieke offertes voor installaties en meest actuele kosten voor verbruiksgoederen zoals chemicaliën, energie en voor de afvoer en/of waarden van gevormde restproducten.

Variant Tussenrapport: MVR en Kristallisatie

De investeringskosten voor deze waterzuivering bedragen € 233 miljoen. De kosten voor de waterbehandelingsinstallatie worden geraamd op € 123 miljoen en de kosten voor het vervangen van leidingen in het Schoonebeekveld om aantasting met H₂S te voorkomen, op € 110 miljoen.

De jaarlijkse operationele kosten zijn berekend op basis van benodigde energie (€ 25,2 miljoen), chemicaliën (€ 3,5 miljoen) en reststoffen (€ 3 miljoen). Voor de bedrijfsvoering zijn de kosten geraamd op € 3 miljoen. Per jaar zijn de kosten € 34,7 miljoen. Voor de gehele periode van oliewinning wordt € 347 miljoen aangehouden (equivalent bedrag voor de netto-contante-waarde).

De totale kosten voor deze zuiveringsvariant bedraagt € 580 miljoen.

Kosten zijn verlaagd omdat voor het energieverbruik eerst gerekend werd met enkel elektriciteit. In deze rapportage is er, als optimalisatie, van uitgegaan dat voor stoomgeneratie een belangrijk deel van het verbruik op basis van aardgas zal plaatsvinden (lagere kosten per MWh).

Variant Salttech: DyVaR

De CAPEX en OPEX voor de DyVaR units zijn gebaseerd op de ontvangen offerte en gegevens van de firma Salttech.

De investeringskosten voor deze waterzuivering bedragen € 229 miljoen, bestaan uit de kosten voor de waterbehandelingsinstallatie, geraamd op € 119 miljoen (waarvan de DyVaR-componenten samen € 40 miljoen kosten) en de kosten voor het vervangen van leidingen in het Schoonebeekveld om aantasting met H₂S te voorkomen, € 110 miljoen.

De jaarlijkse operationele kosten zijn berekend op basis van benodigde energie (€ 19,7 miljoen), chemicaliën (€ 2,8 miljoen) en reststoffen (€ 1,5 miljoen). Voor de bedrijfsvoering zijn de kosten geraamd op € 3,2 miljoen. Per jaar zijn de kosten € 27,2 miljoen. Voor de gehele periode van oliewinning wordt € 272 miljoen aangehouden.

De totale kosten voor deze zuiveringsvariant bedraagt € 501 miljoen.

Variant TU Delft: Electro Dialyse

De investeringskosten voor deze waterzuivering bedragen € 229 miljoen, bestaan uit de kosten voor de waterbehandelingsinstallatie, geraamd op € 119 miljoen en de kosten voor het vervangen van leidingen in het Schoonebeekveld om aantasting met H₂S te voorkomen, € 110 miljoen.

De jaarlijkse operationele kosten zijn berekend op basis van benodigde energie (€ 15 miljoen), chemicaliën (€ 0 miljoen) en reststoffen (€ 1 miljoen). Voor de bedrijfsvoering zijn de kosten geraamd op € 3 miljoen. Per jaar zijn de kosten € 19 miljoen. Voor de gehele periode van oliewinning wordt € 190 miljoen aangehouden.

De totale kosten voor deze zuiveringsvariant bedraagt € 419 miljoen.

7.6.3 Beschrijving kosten alternatief 4

Bij dit alternatief zijn er verschillende varianten, waarbij de volgende kostencomponenten een rol spelen. De investeringskosten kosten zijn een totaal van materialen, ontwerp, constructie en overhead (contingency, marktescalatie, inflatie, project management). De operationele kosten zijn een opsomming van operationele-, onderhouds- en chemicaliën kosten. Al deze kosten zijn gebaseerd op NAM projecten en NAM operaties in Nederland.

Variant 4.1

Aanlegkosten (investeringskosten)

De kosten voor H₂S-binder, conform de huidige manier van opereren zijn:

- De investeringskosten van € 18 miljoen bestaan uit injectieskids, analyzers en aanpassingen op de leidingen waar de H₂S-binder wordt geïnjecteerd in het Schoonebeek olieveld. Dit is momenteel

voorzien voor ongeveer 13 winputten, maar is afhankelijk van de toekomstige H₂S-concentratie per winput.

Kosten om te kunnen injecteren in de Drenthe putten:

De investeringskosten van € 25 miljoen zijn gebaseerd op het aansluiten van putten op Coevorden locaties, de Schoonebeeklocaties en de Oosterhesselenlocatie. De kosten bestaan uit:

- € 11 miljoen voor het installeren van 6 (al bestaande) injectieskids. Een injectieskid wordt geplaatst op een injectieput totdat deze vol is en dan verplaatst naar een volgende put. De kosten zijn opgebouwd uit transport, aanpassen van het leidingwerk naar de putten en civiel werk.
- € 4 miljoen voor het installeren van 4 km nieuwe pijpleidingen om de bestaande pijpleidingen in de Drenthevelden aan te sluiten op de watertransportleiding van de OBI naar Twente.
- € 10 miljoen voor het aanpassen van 7 van de 14 injectieputten zodat deze geschikt zijn voor waterinjectie. Dit bestaat voornamelijk uit het uitwisselen van de injectiebuis van putten waarvan de integriteit niet meer voldoende is, en het afsluiten van de onderliggende zandsteenformaties.

Om biocide gebruik in Twente binnen de vergunde concentraties te houden, zijn er nog € 4 miljoen kosten nodig om roestvrijstalen leidingen op Twentelocaties in ROW centraal en ROW 2, 4, 5 en 7 te vervangen. De totale investeringskosten komen dan uit op € 47 miljoen.

Operationele kosten per jaar

De € 2,6 miljoen jaarlijkse operationele kosten bestaan uit:

- € 0,75 miljoen kosten voor operationele- en onderhoudskosten.
- € 0,35 miljoen kosten aan anti-corrosievloeistof (bescherming van de putten en transportleidingen).
- De productiekosten van de H₂S-binder zijn € 1,4 miljoen.
- € 0,1 miljoen kosten aan biocide om de metalen transportleidingen in Drenthe tegen microbiologische corrosie te beschermen.

Totale kosten

De totale kosten voor deze variant bedragen € 73 miljoen, opgebouwd uit:

- De totale investeringskosten bedragen € 47 miljoen.
- De jaarlijkse operationele kosten bedragen € 2,6 miljoen.
- Uitgaand van een factor 10 om te komen tot de totale operationele kosten gedurende de gehele oliewinningsperiode, bedragen de operationele kosten in totaal € 26 miljoen.

Variant 4.2 is als variant 4.1 behalve de volgende wijzigingen:

- € 22 miljoen additionele investeringskosten voor het vervangen van 17 km bestaande metalen transportleidingen door GRE (hoogwaardig plastic) leidingen in de Drenthevelden omdat geen biocide meer gebruikt wordt.
- € 1 miljoen kosten besparing van biocide over een periode van 10 jaar omdat de metalen leidingen vervangen zijn door GRE leidingen.

Totale kosten

De totale kosten voor deze variant bedragen € 94 miljoen, opgebouwd uit:

- De totale investeringskosten bedragen € 69 miljoen.
- De jaarlijkse operationele kosten bedragen € 2,5 miljoen.
- Uitgaand van een factor 10 om te komen tot de totale operationele kosten gedurende de gehele oliewinningsperiode, bedragen de operationele kosten in totaal € 25 miljoen.

Variant 4.3 is als variant 4.2 behalve de volgende wijzigingen:

- € 110 miljoen additionele investeringskosten voor het vervangen van bestaande duplex metalen olie transportleidingen van het Schoonebeek veld door hoogwaardige metalen transportleidingen (incoloy 825) omdat geen H₂S-binder meer gebruikt wordt.
- € 18 miljoen besparing op het niet hoeven investeren in H₂S-binder injectieskids, analyzers en aanpassingen op de leidingen waar de H₂S-binder wordt geïnjecteerd, omdat de duplex metalen leidingen vervangen zijn door incoloy825 metalen leidingen
- € 13 miljoen besparing over een periode van 10 jaar van H₂S-binder omdat de duplex metalen leidingen vervangen zijn door incoloy825 metalen leidingen.

Totale kosten

De totale kosten voor deze variant bedragen € 173 miljoen, opgebouwd uit:

- De totale investeringskosten bedragen € 161 miljoen.
- De jaarlijkse operationele kosten bedragen € 1,2 miljoen.
- Uitgaand van een factor 10 om te komen tot de totale operationele kosten gedurende de gehele oliewinningsperiode, bedragen de operationele kosten in totaal € 12 miljoen.

Variant 4.4 is als variant 4.3 behalve de volgende wijzigingen:

- € 28 miljoen additionele investeringskosten voor een zuiveringsinstallatie om H₂S, toluen en CO₂ te verwijderen. De materiaalkosten bestaan voornamelijk uit de degassing unit, opslagtanks voor chemicaliën, pompen, utilities (lucht, elektriciteit), aansluiting op de OBI. Hier bovenop komen de kosten voor engineering, constructie, contingency, markt escalatie en inflatie en project management.
- € 47 miljoen additionele operationele over 10 jaar kosten voor ontgassing en ClO₂ chemicaliën (de chemicaliën zijn 95% van de operationele kosten).

Totale kosten

De totale kosten voor deze variant bedragen € 248 miljoen, opgebouwd uit:

- De totale investeringskosten bedragen € 189 miljoen.
- De jaarlijkse operationele kosten bedragen € 5,9 miljoen.
- Uitgaand van een factor 10 om te komen tot de totale operationele kosten gedurende de gehele oliewinningsperiode, bedragen de operationele kosten in totaal € 59 miljoen.

Tabel 7.4: Samenvatting kosten per alternatief en variant, uitgedrukt in miljoen euro.

Kosten (met onderscheid naar de aanleg en productie fase)	Alternatief 1: Waterzuivering (varianten zuiveringstechnieken)			Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe (varianten gebruik mijnbouw hulpstoffen)			
	MVR en kristallisatie	DyVaR	Electro Dialyse	1-huidig gebruik	2-biocide reductie	3-H ₂ S reductie	4-aanvullend zuivering
Zuivering - investering - operatie	123 252	119 197	119 150				28 2
Restproduct - operatie	30	15	10				-
Chemicaliën - operatie	35	28	-	18,5	17,5	4,5	49,5
Transport - investering	110	110	110	8	30	122	122
Injectieput - investering				39	39	39	39
Onderhoud - operatie	30	32	30	7,5	7,5	7,5	7,5
Kosten - investering - operatie	233 347	229 272	229 190	47 26	69 25	161 12	189 59
Totaal kosten Afgerond	580	500	420	75	95	175	245

Uit het overzicht komt naar voren dat:

- De toegevoegde varianten Salttech en TU Delft tot een aanzienlijke daling van kosten leiden. De aanlegkosten zijn vergelijkbaar met de kosten van de variant Tussenrapport, maar de operationele kosten worden gereduceerd tot tussen 55% en 78%.
- Voor alle zuiveringsvarianten ontstaat een reductie van aanlegkosten met € 110 miljoen, indien voorkomen kan worden dat de leidingen in het Schoonebeekveld vervangen moeten worden.
- De verschillende varianten met waterinjectie kunnen gerealiseerd worden met lagere kosten, zowel de aanlegkosten als de operationele kosten.
- De injectievarianten verschillen onderling vooral door de mate waarin leidingen vervangen worden.

Mogelijke kostenreducties bij onderzochte zuiveringsvarianten

Uit de besprekingen met Salttech en TU Delft is naar voren gekomen, dat er nog diverse optimalisaties mogelijk zijn.

- De toepassing van een ammonia-stripper leidt tot een hoog energieverbruik in zowel de variant uit het Tussenrapport als bij de variant Salttech met DyVaR. Door een robuuste biologische zuivering toe te passen kan het energieverbruik met 15% dalen, maar zullen de investeringskosten met € 5 tot € 10 miljoen toenemen. Het gebruik van een biologische zuivering wordt door NAM nog niet gezien als

betrouwbaar genoeg voor grootschalige toepassing voor Schoonebeek en vraagt mede daarom opnieuw om extra investeringen om het risico van productieonderbrekingen te beperken.

- Ook zou kunnen worden gekeken naar het strippen met behulp van lucht in plaats van gas.
- De variant TU Delft kent nog een relatief hoog energieverbruik vanwege het gebruik van MVR en kristallisatiestappen. Dit kan mogelijk substantieel verlaagd worden door gebruik te maken van de variant Saltech met DyVaR techniek.

8 Samenvattend overzicht CE afweging

CE-afweging

In dit hoofdstuk worden de uitkomsten van de CE toetsing naast elkaar gezet voor de verschillende alternatieven en varianten, zodat het mogelijk is de bevindingen te vergelijken. Dit vormt de derde stap van de CE-afweging.

De weging van alternatieven en varianten in het kader van de Herafweging Verwerking Productiewater Schoonebeek heeft plaatsgevonden. Nadat is vastgesteld dat de geselecteerde reservoirs in aanmerking komen voor de doelmatigheidstoets, is deze toets uitgevoerd met resultaten op het gebied van milieu, risico's korte termijn, risico's lange termijn en kosten.

In de onderstaande tabel zijn de belangrijkste bevindingen samengebracht, met een korte omschrijving van bepalende aspecten. Dit leidt tot een score tabel waarin getracht is met de aanduiding van een kwantitatieve waarde of met een relatieve score overzicht te krijgen hoe de alternatieven en varianten onderling scores.

Tabel 8.1. Samenvattend overzicht bepalende factoren per alternatief en voor de varianten.

Alternatieven	Milieu	Risico kort (na maatregelen)	Risico lang (na maatregelen)	Kosten
Alternatief 1: Waterzuivering en lozing schoon zoet water op oppervlaktewatersysteem met varianten				
Variant 1.1 Tussenrapport MVR en kristallisatie	Energieverbruik, chemicaliën en reststoffen	Transportbewegingen voor restproducten Opslag restproducten	Permanente opslag restproducten	Aanlegkosten en operationele kosten
Variant 1.2 Salttech DyVaR	Minder energie dan variant 1.1, hergebruik helft reststoffen (50%)	50% van transportbewegingen en opslag restproducten	50% opslag	Minder operationele kosten dan variant 1.1
Variant 1.3 TU Delft Electro Dialyse	Minder energie dan variant 1.1, hergebruik merendeel reststoffen (80%)	20% van transportbewegingen en opslag restproducten	20% opslag	Minder operationele kosten dan variant 1.1
Alternatief 4: Waterinjectie in Twente en Drenthe met varianten				
Variant 4.1: waterinjectie	Gebruik chemicaliën	Lekkage transportleiding	Geen monitoring in reservoir of put	Putten leidingen, mijnbouw hulpstoffen
Variant 4.2: geen biocide	Geen biociden	Lekkage transportleiding geen biocide	Geen monitoring in reservoir of put	Extra vervangen leidingen Drenthe
Variant 4.3: ook geen H ₂ S-binder	Geen biociden en H ₂ S binder	Lekkage transport leiding, geen biocide of H ₂ S-binder	Geen monitoring in reservoir of put	Extra vervangen leidingen Schoonebeek
Variant 4.4: aanvullend zuivering	Chemicaliën bij zuivering	Lekkage transport leiding, geen biocide of H ₂ S-binder	Geen monitoring in reservoir of put	Extra beperkte zuivering, chemicaliën gebruik

In de onderstaande tabel zijn de alternatieven en varianten onderling te vergeleken aan de hand van een kwantitatieve waarde of een score. Evenals uit de toets op hoofdlijnen in het Tussenrapport blijkt dat geen van de getoetste alternatieven en varianten afvalt, ze zijn allemaal realistisch. Ook blijkt dat de kwalitatieve schatting in het Tussenrapport niet veranderd nadat de LCA in detail doorgerekend is. Dat laat zien dat energieverbruik, chemicaliën en reststoffen voor een belangrijk deel maatgevend zijn voor de

belasting van het milieu. Wel is het alternatief van de Stichting SAT afgevalen, aangezien onvoldoende opslagruimte in reservoirs aanwezig is om aan hun criteria te voldoen. Niet alle getoetste alternatieven en varianten zijn even perspectiefrijk.

De weging van alternatieven laat zien dat op de vier onderdelen van de CE afweging waterinjectie over het algemeen beter scoort dan waterzuivering. De zuiveringsvarianten van zowel Salttech (variant 1.2) als TU Delft (variant 1.3) levert een restproduct op van schoon zout (NaCl), wat mogelijk gebruikt kan worden als wegzout. Dit heeft een verbetering van de milieuscore tot gevolg en beperkt het probleem van de lange-termijn stortplaats. Tevens is het energieverbruik van de Salttech en TU Delft varianten aanzienlijk lager wat bijdraagt aan een lager milieu effect evenals lagere operationele kosten. De combinatie van waterinjectie met een voorzuivering (variant 4.4) scoort op milieu en kosten minder goed dan de varianten van waterinjectie met beperking mijnbouwhulpstoffen in meerdere of mindere mate.

Bij de waterinjectievarianten geven twee varianten het effect weer van minder gebruik van mijnbouwhulpstoffen:

- Bij variant 4.2 heeft het verminderen van biocide (anti-bacteriemiddel) gebruik een positief effect of milieu en korte termijn risico, met hogere kosten.
- Bij variant 4.3 heeft verdere beperking van het gebruik van H₂S-binder ten opzichte van variant 4.2 een iets betere milieuscore, geen verbetering van het risico en hogere kosten

Tabel 8.2. Samenvattend overzicht CE toetsingscriteria per alternatief en voor de varianten.

Alternatieven	Milieu	Risico kort (na maatregelen)	Risico lang (na maatregelen)	Kosten (afgerond miljoen €)
Alternatief 1: Waterzuivering en lozing schoon zoet water op oppervlaktewatersysteem met varianten				
Alternatief 1: Vast zoutproduct	--	--	--	580
Variant DyVaR	--	- / --	--	500
Variant ED	--	- / --	--	420
Alternatief 4: Waterinjectie in Twente en Drenthe met varianten				
Alternatief 4.1: Waterinjectie	-	-	-	75
Variant 4.2: geen biocide	0/-	-	-	95
Variant 4.3: ook geen H ₂ S-binder	0/-	-	-	175
Variant 4.4: ook zuivering	-	-	-	245

Toelichting scores:

0 of 0/- = geen of vrijwel geen effect/risico, - = effect of risico gebruikelijk binnen industriële activiteit, -- = zodanig effect of risico dat mitigerende maatregelen uitgewerkt moeten worden om beperking te bereiken, --- = te groot effect of risico, zodat het alternatief of de variant niet uitvoerbaar is.

9 Literatuur

CE Delft, 2004, Met water de diepte in, Afwegingsmethodiek voor vergunningen rond diepe injectie van waterstromen van olie- en gaswinning.

Commissie voor de m.e.r., 2006, Herontwikkeling Olieveld Schoonebeek, Toetsingsadvies over het milieueffectrapport 17 november 2006 / rapportnummer 1441-183;

Commissie voor de m.e.r., 2007, Afwegingsmethodiek voor diepe injectie van afvalwater, Advies van de Commissie m.e.r. inzake rapport 'met water de diepte in' 7 juni 2007 / rapportnummer 1892-64;

Commissie voor de m.e.r., 2016a, Injectie productiewater olieveld Schoonebeek, advies over de onderzoeksopzet van Evaluatie en Herafweging, 7 maart 2016 / projectnummer: 3093;

Commissie voor de m.e.r., 2016b, Evaluatie verwerking productiewater Schoonebeek, advies over het Tussenrapport alternatievenafweging, 8 september 2016 / projectnummer: 3093;

Deltares, 2016a, Notitie inzake toetsing "Onderzoeksopzet herafweging verwerking productiewater Schoonebeek";

Deltares, 2016b, Toetsing Tussenrapport Herafweging Verwerking Productiewater Schoonebeek.

NAM, 2006, Milieu Effectrapportage Herontwikkeling Oliewinning Schoonebeek;

NAM, 2013, Waterinjectie Management Plan.

NAM, 2014a, Geology description of Twente gas fields: Tubbergen, Tubbergen-Mander en Rossum-Weerselo;

NAM, 2014b, Halite dissolution modelling of water injection into Carbonate gas reservoirs with a Halite seal;

NAM, 2014c, Subsidence caused by Halite dissolution due to water injection into depleted Carbonate gas reservoirs encased in Halite;

NAM, 2015a, Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields;

NAM, 2015b, Protocol seismische activiteit door waterinjectie - Addendum Waterinjectie Management Plan;

NAM, 2015c, Monitoring injectiewater Twente, Jaarrapportage 2014;

NAM, 2016, Monitoring injectiewater Twente, Jaarrapportage 2015;

Provincie Drenthe, 2010, Met Drenthe de diepte in, Structuurvisie Ondergrond.

Provincie Drenthe, 2013, Structuurvisie Ondergrond 2.0.

Provincie Overijssel, 2009, Omgevingsvisie Overijssel, Visie en uitvoeringsprogramma voor de ontwikkeling van de fysieke leefomgeving van de provincie Overijssel.

Staatstoezicht op de Mijnen, 2016. Evaluatie SodM. Reviews NAM rapporten m.b.t. 'Risico's zoutoplossing' en 'Seismic threat analysis'.

STAB gerechtelijke omgevingsdeskundigen, 2010, Deskundigen advies van STAB aan de Raad van State;

Stichting Stop Afvalwater Twente, 2016. Alternatief productiewater, ingebracht door de Stichting Stop Afvalwater Twente.

Stuurgroep Afvalwaterinjecties Twente, 2015, Brief met zorgpunten aan de Minister van Economische Zaken.

TU Delft, Dr. Bas Heijman & Dr. Auke Barnhoorn, 2016a, Contraexpertise verslag Afvalwaterinjectie in Noordoost-Twente.

TU Delft, Dr. Bas Heijman & Dr. Auke Barnhoorn, 2016b, Briefadvies TU Delft over Royal Haskoning DHV Rapport over Afvalwaterinjectie in Noordoost-Twente (25 augustus 2016)

Weingarten et al, 2015. High-rate injection is associated with the increase in U.S. mid-continent seismicity, Science 19 Jun 2015: Vol. 348, Issue 6241, pp. 1336-1340

10 Afkortingen

CE	CE Delft (onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau)
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FCP	Flexible Composite Pipe
GRE	Glasfiber Reinforced Epoxy
GS	Gedeputeerde Staten
HDPE	High Density Poly Ethylene
H ₂ S	Zwavelwaterstof
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LAP	Landelijk Afvalbeheerplan
LCA	Levenscyclus analyse
MER	Milieu Effect Rapport
m.e.r.	milieueffectrapportage (procedure)
MIC	Microbiological Influenced Corrosion
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
OBI	Oliebehandelingsinstallatie
RHDHV	Royal HaskoningDHV
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
STRONG	Rijks Structuurvisie Ondergrond
TNO	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
Vvgb	verklaring van geen bedenkingen
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht



Bijlage

1. Brief met opdracht van de Minister

Bijlage

2. Onderliggende rapporten

LCA – bijlage 2.1

CE Delft, 2016, CE rapportage milieukeurgetallen en LCA

Waterzuivering – bijlage 2.2

Royal HaskoningDHV, 2016, Uitwerking waterzuiveringsvarianten

Selectie waterinjectievelden – bijlage 2.3

NAM, 2016, Beschrijving Schoonebeek productiewater injectie Alternatief: onder kleilagen en dicht bij de bron

Risico analyse Twente – bijlage 2.4

NAM, 2016, Overkoepelende Analyse Ondergrondse Risico's Waterinjectie Twente

Risico analyse Drenthe – bijlage 2.5

NAM, 2016, Overkoepelende Risico Analyse Injectie van Schoonebeek Productiewater in Drenthe

Putintegriteit injectieputten Twente – bijlage 2.6

NAM, 2016, Technical evaluation of Twente water injection wells ROW3, ROW4, ROW7, ROW9, TUB7 and TUB10 3 years after start of injection

Bijlage

3. Specialistische rapporten

Mijnbouwhulpstoffen

NAM, 2016, Invulling minimalisatie mijnbouwhulpstoffen

Waterinjectie

NAM, 2016, Geochemical compatibility of Schoonebeek production water

Risico analyse Drenthe

NAM, 2016, Seismic threat assessment for the potential injection and storage of produced water in the Drenthe Zechstein Carbonate

NAM, 2016, Seismisch risico volgens de SRA methode voor de voorkomens Schoonebeek ZE, Oosterhesselen ZE en Coevorden ZE

NAM rapporten zijn in te zien op de NAM website: <http://www.nam.nl/techniek-en-innovatie/waterinjectie-in-twente/downloads-waterinjectie-twente.html>