

# RAPPORT

## Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek

Tussenrapport alternatievenafweging

Klant: Nederlandse Aardolie Maatschappij

Referentie: I&BBD9591-100-100R001F02

Versie: 02/Finale versie

Datum: 28 juni 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: Tussenrapport alternatievenafweging  
Referentie: I&BBD9591-100-100R001F02  
Versie: 02/Finale versie  
Datum: 28 juni 2016  
Projectnaam: Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek  
Projectnummer: BD9591-100-100  
Auteur(s): Evert Holleman

Opgesteld door: Evert Holleman

Gecontroleerd door: Christian Hoetz / Jan Appelman

Datum/Initialen: 28-6-2016

Goedgekeurd door: Marcel Ticheloven

Datum/Initialen: 28-6-2016



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

<b>Managementsamenvatting</b>	<b>i</b>
<b>1 Aanleiding voor de herafweging</b>	<b>14</b>
1.1 Oliewinning Schoonebeek	14
1.2 Afbakening van de herafweging	15
1.3 Aandachtspunten bij de herafweging	15
1.4 Bestuurlijke omgeving van de herafweging	17
1.5 Opzet van de herafweging	19
1.6 Opzet van de rapportage	20
<b>2 Doel en opzet van de herafweging</b>	<b>21</b>
2.1 Huidige vergunning	21
2.2 Rapportage herafweging als onderdeel van vergunning	21
2.3 Doel van de hernieuwde afweging	22
2.4 Opzet van de herafweging, werkwijze	23
<b>3 Stap 1a: Zorgen om waterinjectie in de regio Twente</b>	<b>26</b>
3.1 Zorgen ontstaan in de regio Twente	26
3.2 Organisatie van het onderzoek	27
<b>4 Stap 1b: Huidige situatie en aandachtspunten</b>	<b>29</b>
4.1 Ervaringen bij huidige olieproductie en waterinjectie	29
4.1.1 Procedure Herontwikkeling Oliewinning Schoonebeek	29
4.1.2 Opstart oliewinning	30
4.1.3 Functioneren oliewinning	31
4.1.4 Bevindingen waterinjectie	33
4.1.5 Hoeveelheid geïnjecteerd productiewater	36
4.1.6 Samenstelling van het productiewater	39
4.2 Bijzondere omstandigheden bij de verwerking van productiewater	46
4.2.1 Transportleiding	46
4.2.2 Scheuren in huizen nabij injectielocatie	50
4.2.3 Historische bodemverontreiniging bij waterinjectielocaties	52
4.2.4 Controle integriteit van de injectieputten	53
4.2.5 Bevindingen en conclusies	54
4.3 Overige (inter)nationale ervaringen	55
4.3.1 Waterinjectie in Nederland	55
4.3.2 Ervaringen met waterinjectie in het buitenland	56
4.3.3 Ervaringen met zoutwinning	56
4.3.4 Belangrijkste conclusies ervaringen buitenland	57

4.3.5	Olie- en gaswinning in de grensstreek met Duitsland	57
4.4	<b>Belangrijkste bevindingen</b>	<b>60</b>
4.4.1	Vergelijking met MER 2006 en vergunningen	60
4.4.2	Aandachtspunten voor toekomstige opties	61
<b>5</b>	<b>Stap 1c: Juridisch en beleidsmatig kader</b>	<b>62</b>
5.1	Vergunningverlening bij verwerking productiewater	62
5.2	Wet- en regelgeving ten aanzien van waterinjectie	63
5.3	Provinciaal en lokaal beleid	65
5.4	Huidige vergunning, condities en voorwaarden	68
5.5	Beleid en beleidsontwikkelingen	68
<b>6</b>	<b>Stap 1d: Technisch – Uitgangspunten</b>	<b>69</b>
6.1	Overzicht uitgangspunten	69
6.2	Huidige en toekomstige situatie oliewinning	70
6.2.1	Het functioneren van de oliewinning Schoonebeek ( huidig en trend)	70
6.2.2	Twee typen productiewater mogelijk	71
6.3	Optimalisatie oliewinning, reductie gebruik hulpstoffen	72
6.4	Uitgangspunt ten aanzien van de waterkwaliteit	72
6.5	Randvoorwaarden waterzuivering	74
6.6	Randvoorwaarden voor transport van water en restproducten	76
6.7	Randvoorwaarden waterlozing	77
6.8	Randvoorwaarden waterinjectie	78
<b>7</b>	<b>Stap 2a: Uitgebreide lijst met opties</b>	<b>79</b>
7.1	Samenstellen van de uitgebreide lijst met opties	79
7.2	Beschrijving toetsingscriteria en betekenis scores	80
7.3	Selectiecriteria	81
<b>8</b>	<b>Stap 2b: Clustering en afweging van opties</b>	<b>84</b>
8.1	Thema 1 – Zuiveren en lozen in biosfeer	84
8.2	Thema 2 – Zuiveren en injectie geconcentreerde waterstroom	85
8.3	Thema 3 – Waterinjectie	86
8.4	Thema 4 – Overige opties	86
<b>9</b>	<b>Stap 2c: Uitwerking lijst met alternatieven</b>	<b>89</b>
9.1	Alternatief 1: Vast zout middels kristallisatie	90
9.2	Alternatief 2: Zout water naar de zee	94
9.3	Alternatief 3: Indikken tot compacte brijnstroom	98
9.4	Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe	100

9.5	Referentiesituatie: Huidige situatie injectie in Twente	104
<b>10</b>	<b>Stap 3a: Toetsingsmethodiek</b>	<b>106</b>
10.1	Kader	106
10.2	Totstandkoming van CE-afwegingsmethodiek in 2004	107
10.3	Toelichting CE-afwegingsmethodiek	107
10.4	Uitbreiding zoals door Commissie voor de m.e.r. is voorgesteld	108
10.5	Toepassing CE-afwegingsmethodiek	110
<b>11</b>	<b>Stap 3b: Toetsing randvoorwaarden waterinjectie</b>	<b>111</b>
11.1	Selectie van reservoirs	111
11.1.1	Rossum Weerselo veld	111
11.1.2	Schoonebeek Gas veld	113
11.1.3	Coevorden veld	114
11.1.4	Oosterhesselen reservoir	116
11.2	Toetsing aardbevingsgevoeligheid	118
11.3	Toetsing mogelijke oplossing zoutlagen	120
11.4	Toetsing randvoorwaarden	121
11.5	Bevindingen toetsing randvoorwaarden	124
<b>12</b>	<b>Stap 3c: Uitvoering doelmatigheidstoets</b>	<b>125</b>
12.1	Toetsing Milieu	125
12.2	Benoemen risico's	129
12.2.1	Omgaan met risico's (veiligheid, gezondheid en milieu)	129
12.2.2	Overzicht risico's per onderdeel	130
12.2.3	Beschrijving risico's en gevolgen	131
12.3	Toetsing risico's korte termijn (operationele risico's)	133
12.3.1	Waterzuivering	133
12.3.2	Watertransport (alle alternatieven, verschillende leidingmaterialen, verschillende watersamenstelling)	134
12.3.3	Waterlozing in de biosfeer (oppervlaktewater of zee)	136
12.3.4	Waterinjectie - algemeen	137
12.3.5	Waterinjectie – risicobepaling lekkage bij de put (score -)	139
12.3.6	Waterinjectie – risicobepaling zoutoplossing (score -)	140
12.3.7	Waterinjectie – risicobepaling seismische activiteit	141
12.3.8	Waterinjectie – scores	142
12.3.9	Verwerking restproducten	144
12.3.10	Totaal overzicht risico's korte termijn	146
12.4	Toetsing risico's lange termijn	146
12.4.1	Waterinjectie: opslag water in de ondergrond	147
12.4.2	Lekkage via afgesloten putten (score -)	148
12.4.3	Lekkage uit reservoir (score 0)	149
12.4.4	Zoutoplossing (score -)	151

12.4.5	Verwerking restproducten: opslag in stortplaatsen aan maaiveld	152
12.4.6	Overzicht risico's lange termijn	152
12.5	Toelichting kosten	153
12.5.1	Methodiek om kosten te bepalen	153
12.5.2	Aanpassingen Schoonebeek	154
12.5.3	Aanlegkosten	154
12.5.4	Operationele kosten	155
12.5.5	Kosten per alternatief	155
12.5.6	Overzicht berekende kosten	156
<b>13</b>	<b>Stap 3d: Vergelijking resultaten uit de toets</b>	<b>158</b>
13.1	Overzicht belangrijkste verschillen	158
13.2	Overzichtstabel met bevindingen	159
13.3	Uitleg scores uit overzichtstabel per alternatief	160
13.3.1	Alternatief 1: vast zoutproduct	160
13.3.2	Alternatief 2: Zoutwater naar de zee	160
13.3.3	Alternatief 3: Injectie brijn	161
13.3.4	Alternatief 4: Waterinjectie in Twente en Drenthevelden	161
13.3.5	Referentiesituatie: Injectie in Twente	162
13.4	Verdere optimalisaties van de alternatieven	163
<b>14</b>	<b>Stap 4a: Bevindingen toetsing draagvlak</b>	<b>165</b>
14.1	Draagvlakdiscussie	165
14.2	Gezondheid en veiligheid	165
<b>15</b>	<b>Stap 4b: Omgaan met onzekerheden in afweging</b>	<b>166</b>
15.1	Onzekerheden en leemten in kennis	166
15.2	Ondergrond in beeld brengen	167
15.3	Monitoring	168
15.4	Detailonderzoek	169
<b>16</b>	<b>Duiding van de bevindingen</b>	<b>171</b>
16.1	Status onderzochte alternatieven	171
16.2	Kernvragen gericht op waterinjectie	172
16.3	Afweging effecten in biosfeer en risico ondergrond	174
<b>17</b>	<b>Planning en vervolg</b>	<b>175</b>
17.1	Toetsing eindrapport alternatievenafweging	175
17.2	Planning vervolg	176

<b>18</b>	<b>Literatuur</b>	<b>177</b>
<b>19</b>	<b>Afkortingen</b>	<b>179</b>

## **Bijlagen**

- 1. Toelichting afweging uitgebreide lijst met opties**
- 2. Kaarten**
  - 1 Overzichtskaart ligging gasvelden in Drenthe en Twente
  - 2 Ligging transportleiding van Schoonebeek naar de Twentevelden
  - 3 Overzichtskaart leidingen en waterinjectielocaties Twente
  - 4 Overzichtskaart gasvelden Drenthe met kwetsbare gebieden
  - 5 Bestaande Veenkoloniale Afvalwaterleiding
- 3. Alternatief Stichting Stop Afvalwater Twente**

## Managementsamenvatting

### Kader

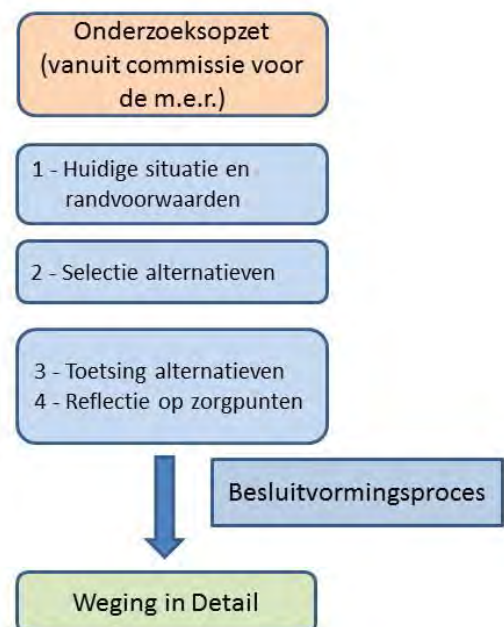
In Zuidoost Drenthe bevindt zich het Schoonebeek oliereservoir, waaruit NAM sinds 1947 olie heeft gewonnen. De olieproductie is in 1996 gestopt waarna de putten, locaties en productiefaciliteiten zijn opgeruimd. Er waren toen in totaal circa 250 miljoen vaten olie geproduceerd. Vanaf 2011 is een nieuwe fase gestart met als doel nog eens circa 90 miljoen vaten olie te winnen, waarbij de olie met behulp van lage druk stoominjectie wordt verhit en vloeibaar gemaakt, om de oliewinning te vergemakkelijken. In het reservoir is naast de olie van nature een grote hoeveelheid water aanwezig, zodat via de winputten een combinatie van water en olie wordt onttrokken. Dit water wordt in Schoonebeek afgescheiden van de olie en als zogeheten productiewater verwerkt. Dit productiewater wordt vervolgens middels een ondergrondse leiding naar gasvelden in de regio Twente getransporteerd, waaruit NAM in het verleden gas heeft gewonnen. Deze bijna leeg geproduceerde gasvelden worden nu gevuld met productiewater via bestaande injectieputten (ter plaatse van de injectieputten aangeduid als injectiewater).

Toen NAM circa 10 jaar geleden besloot om weer olie te gaan winnen uit het Schoonebeekveld, is hiervoor in 2006 een Milieu Effect Rapportage (MER) opgesteld. De verwerking van productiewater via waterinjectie in Twente is in het MER als meest geschikte methode naar voren gekomen. In daarop verleende waterinjectievergunningen is voorgeschreven dat elke 6 jaar een herafweging gemaakt dient te worden, of injectie in leeggeproduceerde gasvelden in Twente nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode voor het productiewater van Schoonebeek is. Sinds begin 2011 wordt door de NAM productiewater vanaf de oliewinning Schoonebeek per transportleiding naar Twente gebracht en daar in lege gasvelden geïnjecteerd.

De NAM is in 2016 al gestart met de in de vergunning voorgeschreven herafweging, om tegemoet te komen aan de vragen met betrekking tot waterinjectie in de regio Twente. Om te komen tot een transparant en compleet onderzoek, is onder meer de Commissie voor de m.e.r. gevraagd advies te geven over de onderzoeksopzet. De Commissie heeft geconstateerd, dat het een technisch onderzoek betreft, dat onderdeel uitmaakt van een brede bestuurlijke afweging, over de mogelijke methoden voor verwerking van het productiewater. De Commissie stelt voor om eerst een onderzoek op hoofdlijnen uit te voeren en daarover te rapporteren, in een tussenrapport. Het tussenrapport moet de mogelijke keuzes en de gevolgen van die keuzes overzichtelijk en toegankelijk maken.

De Commissie heeft verder aangegeven, dat het wenselijk is dat de Minister van Economische Zaken op basis van dit tussenrapport op hoofdlijnen, betrokken partijen en belanghebbenden om advies vraagt. Dit stelt hem in staat binnen de selectie van meest kansrijke opties één of enkele opties aan te wijzen, die dan in meer detail dienen te worden uitgewerkt.

De hier gepresenteerde tussenrapportage vormt het resultaat van het onderzoek op hoofdlijnen. Het onderzoek is in opdracht van NAM uitgevoerd door Royal HaskoningDHV.





Het onderzoek is gestart met het opstellen van een overzicht van de bevindingen die zijn opgedaan gedurende de oliewinning van de afgelopen jaren. Daarbij zijn tevens randvoorwaarden voor de komende jaren benoemd. Vervolgens is een uitgebreide inventarisatie gemaakt van mogelijke verwerkingsopties, waaruit de meest kansrijke opties als alternatieven zijn geselecteerd en uitgewerkt. Deze alternatieven zijn getoetst op hoofdlijnen in het verlengde van de zogenaamde CE-afwegingsmethodiek. Deze methodiek is in de verleende waterinjectievergunningen en door de Commissie voor de m.e.r. voorgeschreven om de herafweging transparant in beeld te kunnen brengen.

### Zorgpuntennotitie

De herafweging bestaat uit een technisch onderzoek naar verschillende mogelijkheden om het productiewater te verwerken en een beschrijving van in de regio genoemde zorgpunten, welke mogelijk optreden bij de verschillende mogelijkheden. In een aparte zorgpuntennotitie wordt ingegaan op de zorgpunten en aangegeven in hoeverre de bevindingen van het onderzoek hier voldoende antwoord op kunnen geven.

### Huidige situatie oliewinning

Het huidige proces van oliewinning in Schoonebeek is circa 10 jaar geleden geheel opnieuw ontworpen waarbij alle faciliteiten op elkaar zijn afgestemd. De oliewinning bij Schoonebeek is langzamer op gang gekomen dan oorspronkelijk voorzien. Hierdoor is ook minder productiewater beschikbaar gekomen dan verwacht. Als gevolg hiervan is tot halverwege 2015 ongeveer 5,4 miljoen m<sup>3</sup> productiewater in de Twentevelden geïnjecteerd, terwijl ruim 12 miljoen m<sup>3</sup> was voorzien. De samenstelling van het injectiewater is vergelijkbaar met de verwachtingen zoals beschreven in verleende waterinjectievergunningen. Wel is er een toename van de hoeveelheid H<sub>2</sub>S in het oliewatermengsel in Schoonebeek geconstateerd. Bij de winputten wordt een H<sub>2</sub>S-binder aan het oliewatermengsel toegevoegd om te voorkomen dat de H<sub>2</sub>S de pijpleidingen van de winput naar de Oliebehandelingsinstallatie (OBI) in Schoonebeek aantasten.

De waterinjectie heeft afgelopen jaren in Twente plaatsgevonden in drie leeg geproduceerde gasvelden; Rossum-Weerselo, Tubbergen-Mander en Tubbergen. Deze velden bestaan in de diepe ondergrond, tussen circa 1.100 en 1.800 meter diepte, uit meerdere reservoirs die onafhankelijk van elkaar water kunnen bevatten. De reservoirs worden gevormd door gesteente waar in de poriën het water kan worden opgeslagen. De ervaring van de afgelopen jaren leert dat de reservoirs in kalksteenformaties goed water opnemen, maar dat dit in zandsteenformaties juist veel moeizamer verloopt. Dit heeft er toe geleid dat de inschatting nu is dat de totale capaciteit voor wateropslag van de Twentevelden nog circa 50 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt. Dit is onvoldoende voor de gehele oliewinningsperiode, waarin naar verwachting nog 75 miljoen m<sup>3</sup> productiewater verwerkt moet worden. Dit betekent dat ook bij continuering van waterinjectie in Twente de NAM in de nabije toekomst aanvullend aan de Twentevelden andere opties voor het verwerken van productiewater nodig heeft. Het huidige onderzoek is zodoende voor NAM van wezenlijk belang voor de toekomstige verwerking van productiewater uit Schoonebeek.

Vanaf de OBI wordt het productiewater via een watertransportleiding naar de injectievelden in Twente gebracht. In april 2015 is in deze transportleiding nabij Hardenberg een lek ontdekt. Het lek betrof een klein gat (enkele mm) in de leiding waarbij productiewater in de omgeving van de lekkage in de bodem en op het maaiveld is gekomen. De transportleiding bleek van binnenuit aangetast door bacteriële corrosie. De lekkage is verholpen en de bodem- en grondwaterverontreiniging is gesaneerd. Bij het nader onderzoek van de transportleiding bleek dat op meerdere plaatsen corrosie werd geconstateerd. Als gevolg hiervan is in juni 2015 de oliewinning stilgelegd, totdat afvoer van het productiewater weer mogelijk is. Als tijdelijke reparatiemaatregel is in november 2015 besloten een pijp-in-pijp constructie toe te passen. Hiermee wordt een nieuwe kunststofleiding in de bestaande koolstofstalenleiding aangebracht. De oliewinning kan daarmee weer worden gestart, maar met een lagere productie hoeveelheid aangezien de

afvoercapaciteit door de pijp-in-pijp constructie beperkt is tot circa 3.000 m<sup>3</sup> per dag. Naar verwachting zal de pijp-in-pijp constructie na de zomer van 2016 gereed zijn waarna de olieproductie en waterinjectie weer opgestart worden.

Door de vertraging bij de start van de oliewinning, het stilleggen als gevolg van de lekkage en de pijp-in-pijpconstructie die de komende jaren de hoeveelheid te injecteren productiewater beperkt, zal de periode van oliewinning langer duren dan eerder voorzien (2040), waarschijnlijk tot circa 2050.

In 2015 is nabij een waterinjectielocatie in Rossum een uitgebreid en intensief extern onderzoek uitgevoerd naar eventuele schade ten gevolge van de waterinjectie in Twente. Dit onderzoek heeft eind 2015 aangetoond dat scheuren in huizen en grondwater in kelders bij deze huizen gerelateerd zijn aan de lokale bodemomstandigheden en geen verband hebben met de waterinjectie.

De lekkage in de watertransportleiding en de discussie over eventuele schade hebben bij bewoners en betrokkenen in de regio Twente geleid tot een sterk gevoel van ongerustheid over veiligheid en gezondheid. In dit onderzoek zijn de vele vragen van de mensen uit de regio meegenomen in het tweede deel van dit rapport, de zorgpuntennotitie. Nut en noodzaak van de oliewinning zelf zijn geen onderwerp van het onderzoek, evenmin als de afweging tussen fossiele en duurzame vormen van energie.

## Selectie alternatieven uit de uitgebreide lijst

Het onderzoek richt zich op alle mogelijke alternatieven om het productiewater te verwerken. Daarbij is speciale aandacht voor het reduceren van het gebruik van zogenaamde mijnbouwhulpstoffen. Deze stoffen worden extra in het oliewinproces toegevoegd ter bescherming van onder meer de leidingen en putten. In eerste instantie is een brede inventarisatie gemaakt van alle mogelijke opties om productiewater te verwerken. Dit heeft geleid tot een uitgebreide lijst, waarbij ook externe organisaties suggesties hebben ingebracht.

Vanuit de uitgebreide lijst is een selectie gemaakt van meest kansrijke alternatieven. Het is de bedoeling in de herafweging duidelijk verschillende oplossingsrichtingen met elkaar te vergelijken. Daarvoor is de uitgebreide lijst geclusterd naar verschillende typen oplossingen, en per type is de meest kansrijke geselecteerd. Deze selectie is besproken met de bestuurlijke Begeleidingscommissie, waarin betrokken bestuurders van de provincie Overijssel en Drenthe, de gemeenten Tubbergen, Dinkelland, Coevorden en Emmen en het waterschap Vechtstromen de zorgvuldigheid van het proces hebben bewaakt. De TU Delft heeft op verzoek van de Begeleidingscommissie de gehanteerde selectie getoetst en ondersteund. Dit heeft geleid tot vier alternatieven en een referentiesituatie (voortgaan met de huidige waterinjectie in Twente), die verder zijn uitgewerkt.

## Toelichting alternatieven

De vier alternatieven vertegenwoordigen vier verschillende oplossingsrichtingen. De eerste twee alternatieven maken geen gebruik van waterinjectie in voormalige gasvelden. Het derde en vierde alternatief maken wel gebruik van waterinjectie maar met minder of andere waterinjectielocaties. Bij alle alternatieven is uitgegaan van robuuste oplossingen, dat wil zeggen dat de alternatieven technisch, maar ook qua wet- en regelgeving uitvoerbaar zijn. Daarbij worden optimalisaties genoemd, welke mogelijke tot betere oplossingen leiden, maar waarvoor nieuwe technieken zich nog moeten bewijzen of een afhankelijkheid bestaat van de samenwerking met derde partijen. Hoewel de afweging in deze rapportage op hoofdlijnen plaatsvindt, zijn de alternatieven technisch uitgewerkt om tot een zinvolle vergelijking van mogelijkheden en effecten te komen.

Bij de beschrijving van de alternatieven wordt onderscheid gemaakt tussen de biosfeer en de diepe ondergrond. De biosfeer is ons leefmilieu en beslaat de ruimte boven het maaiveld en het gedeelte van de

bodem tot circa 500 meter onder maaiveld. De biosfeer is van belang vanwege het aanwezige zoete grondwater, dat de bron vormt voor drinkwater, maar tevens voor de cyclus van infiltratie en kwel waarmee natuurgebieden worden gevoed. De milieuwetgeving is dan ook bestemd om de biosfeer zo goed mogelijk te beschermen. Onder de biosfeer (dieper dan 500 meter onder maaiveld) bevindt zich de diepe ondergrond, met gesteentelagen waarin zich zoutwater, aardolie, aardgas en andere gassen bevinden. De milieuwetgeving voor de biosfeer is niet van toepassing op de diepe ondergrond, behalve dat activiteiten in de diepe ondergrond geen invloed behoren te hebben op de biosfeer.

- **Het eerste alternatief** is gebaseerd op een volledige zuivering van het productiewater, zodanig dat de resterende waterstroom schoon en zoet genoeg is om op het oppervlaktewater te lozen. Hiermee komen het water en alle stoffen die uit het productiewater gezuiverd worden in de biosfeer terecht. De waterzuivering bestaat uit destillatie en kristallisatie, en levert een gemengd zout dat geen nuttige toepassing heeft, maar bovengronds gestort moet worden. De hoeveelheid te storten zout bedraagt 200 ton per dag, afnemend naar 60 ton aan het eind van de oliewinningsperiode. Met behulp van een extra zuiveringstap kunnen puur zout en kalk worden geproduceerd, wat in potentie herbruikbaar is. Voor deze optimalisatie is onderzocht of er een markt aanwezig is voor hergebruik.
- **Het tweede alternatief** bestaat uit het verwijderen van stoffen uit het productiewater, zodanig dat er schoon zoutwater overblijft. Hierdoor is de hoeveelheid reststoffen veel beperkter dan bij het eerste alternatief. Er wordt gebruik gemaakt van een biologische zuivering. Het schone zoutwater kan met een pijpleiding worden afgevoerd naar zee, in de Eems. Hierbij kan worden aangesloten op bestaande pijpleidingen van bedrijven, die daarmee hun afvalwater momenteel ook al afvoeren naar de Eems.
- **Het derde alternatief** is vergelijkbaar met het eerste alternatief, waarbij de waterzuivering uit destillatie bestaat, maar zonder kristallisatie. Hierdoor ontstaat een schoon water stroom die geloosd kan worden op het oppervlaktewater (circa 75% van de hoeveelheid productiewater) en een ingedikte waterstroom met hogere concentraties, aangeduid als brijn. Het brijn wordt geïnjecteerd in leeg geproduceerde gasvelden. Doordat de hoeveelheid slechts 25% bedraagt van de hoeveelheid productiewater, is minder opslagcapaciteit nodig. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van het Rossum-Weerselo veld of een gasveld in Drenthe.
- **Het vierde alternatief** beschrijft de mogelijkheid de totale hoeveelheid productiewater te injecteren in leeg geproduceerde gasvelden in Twente en Drenthe. Daarbij zijn de velden Rossum-Weerselo, Schoonebeek Gas en Coevorden geselecteerd. Bij dit alternatief zijn varianten onderzocht waarbij minder mijnbouwhulpstoffen worden toegepast. Dit is mogelijk door bestaande leidingen te vervangen door leidingen met specifieke eigenschappen. Tevens is een beperkte waterzuivering onderzocht om te voorkomen dat specifieke stoffen in de transportleidingen en in de diepe ondergrond komen.

Er is tevens een referentiesituatie in beeld gebracht, waarbij alle beschikbare waterinjectielocaties in Twente optimaal worden benut. Hierbij is aangenomen dat er afhankelijk van de benodigde capaciteit een nieuwe, grotere watertransportleiding naar Rossum Weerselo Centraal in Twente aangelegd moet worden omdat de huidige pijp-in-pijp constructie onvoldoende capaciteit heeft. Verder is hierbij aangenomen dat er vanaf Rossum Weerselo Centraal mogelijk een aantal oude koolstofstalen transportleidingen naar de injectielocaties Tubbergen en Tubbergen Mander vervangen moeten worden om corrosie van de huidige leidingen te voorkomen.

## Toepassing CE-afwegingsmethodiek

De alternatieven zijn onderling vergeleken met behulp van de CE-afwegingsmethodiek. Deze is ook bij het MER in 2006 toegepast. Voor de afweging op hoofdlijnen is de CE-afwegingsmethodiek eveneens op hoofdlijnen gevolgd, zoals gevraagd door de Commissie voor de m.e.r. Hiermee ontstaat zicht op de

belangrijkste keuzes en consequenties van de alternatieven. De CE afwegingsmethodiek is bedoeld om de keuzes tussen verwerking van geproduceerd water in de olie- en gasindustrie in de biosfeer of in de diepe ondergrond in beeld te brengen. De uitwerking op hoofdlijnen heeft betrekking op de vier hoofdcomponenten van de CE afweging; (1) milieueffecten, (2) korte termijn risico's, (3) lange termijn risico's en (4) kosten.

Bij de uitwerking van alle alternatieven geldt als primaire randvoorwaarde, dat moet worden voldaan aan de aspecten veiligheid en gezondheid. Zowel bij de milieufweging als bij de risico-inschatting geldt dat veiligheid en gezondheid voor mens, dier en milieu geborgd dienen te zijn.

De totale afweging van milieugevolgen van het te kiezen alternatief zal uiteindelijk in een nieuwe MER of aanpassing van het MER moeten plaatsvinden. Het MER in 2006 geeft de verwachting dat hierin verschillen zullen optreden tussen alternatieven, maar dat hierdoor alternatieven niet worden uitgesloten. In dit onderzoek op hoofdlijnen heeft daarom geen totale afweging van de milieugevolgen plaatsgevonden. Het onderzoek is gericht op die aspecten die naar verwachting de meeste invloed zullen hebben op een Levenscyclus analyse (LCA), zoals deze naderhand zal worden uitgevoerd bij de meer gedetailleerde CE-afweging. In het onderzoek is specifiek gekeken naar het energieverbruik, het gebruik en fabricage van chemicaliën (vooral complexe chemicaliën zoals biocide of H<sub>2</sub>S-remmer) en de verwerking van reststoffen.

De korte termijn risico's gedurende de operationele fase van oliewinning zijn in beeld gebracht, waarbij is aangegeven in hoeverre dit reguliere risico's zijn bij industriële activiteiten. Daar waar mogelijk is er van uitgegaan dat realistische beheersmaatregelen om de risico's te beperken worden toegepast. Bij de risico's wordt meegenomen in hoeverre met behulp van monitoring de eventuele gevolgen beperkt kunnen blijven.

De risico's voor de lange termijn zijn gericht op mogelijke gevolgen voor de volgende generaties. Het is ongewenst als bij een alternatief een probleem of duidelijk risico voor de langere termijn niet is opgelost. De initiële investeringskosten zijn geraamd voor de aanleg van waterzuivering, transportleidingen, lozing van water, verwerking restproducten en waterinjectie. Aanvullend zijn de kosten voor 10 jaar operationele bedrijfsvoering bepaald, voor de verschillende alternatieven. Bij elkaar geeft dit een indicatie van de kosten per alternatief.

## **Bevindingen per alternatief**

Bij het bepalen van effecten en risico's is de normale gangbare werkwijze als uitgangspunt gehouden. Veel van de effecten en risico's bij de verwerking van productiewater komen in andere industriële sectoren vergelijkbaar voor. In de tabel is vooral aandacht voor de bijzondere effecten en risico's die zich kunnen voordoen bij de verwerking van productiewater. Hierbij zijn de hoogst scorende factoren per onderdeel weergegeven. In de betreffende hoofdstukken van het rapport is de volledige lijst met risico factoren opgenomen. Daarin zijn tevens de scores van optimalisaties beschreven.

In de onderstaande tabel zijn de belangrijkste bevindingen van de afweging op hoofdlijnen voor alternatieven en de referentiesituatie weergegeven.

Alternatieven	Milieu	Risico kort (na maatregelen)	Risico lang (na maatregelen)
<b>Alternatief 1:</b> Vast zoutproduct	Hoog energieverbruik voor destillatie en kristallisatie  (- -)	Hoge kans op ongelukken bij wegtransport  (- -)	Mogelijke uitloging van zouten vanuit de stortplaats  (- -)
<b>Alternatief 2:</b> Zoutwater naar zee	Afvoer zout met beperkte overige stoffen in Eems  (0/-)	Risico verontreiniging van de Eems, en verspreiding naar natuurgebied  (- -)	Geen lange termijn risico's  (0)
<b>Alternatief 3:</b> Injectie brijn	Hoog energieverbruik voor destillatie, geen kristallisatie  (- -)	Risico bij transport blijft lokaal, risico ondergrond aardbevingen  (-)	Alleen onzekerheden voor diepe ondergrond, zoutoplossing of gaslekage bij de put  (-)
<b>Alternatief 4, beste variant:</b> Waterinjectie in Drenthe en Twente	Aanmaak van mijnbouwhulpstoffen geeft milieueffecten  (0/-)	Risico bij transport blijft lokaal, risico ondergrond aardbevingen  (-)	Alleen onzekerheden voor diepe ondergrond, zoutoplossing of gaslekage bij de put  (-)
<b>Referentie Twente</b>	Beperkte mijnbouwhulpstoffen geven milieueffecten  (0/-)	Risico bij transport blijft lokaal, risico ondergrond aardbevingen  (-)	Alleen onzekerheden voor diepe ondergrond, zoutoplossing of gaslekage bij de put  (-)

Voor de milieu- en risicocomponenten in de toetsing is een classificatie opgesteld, variërend van

- score (0): geen effect
- score (0/-) vrijwel geen effecten
- score (-): gebruikelijk / normaal bij industriële processen, kleinschalig en tijdelijk effect
- score (--): significant negatief effect, waarvoor beperkende maatregelen onderzocht moeten worden
- score (---): doorslaggevend groot negatief effect, blokkade voor uitvoering

## Bevindingen onderzoek

Uit het onderzoek blijkt dat bij geen van de vier uitgewerkte alternatieven redenen zijn om het alternatief als onhaalbaar te kwalificeren. Dat betekent dat bij de detailuitwerking alle alternatieven een rol kunnen spelen. Wel zijn er bij de alternatieven duidelijke randvoorwaarden met betrekking tot de uitvoering, monitoring en te ondernemen maatregelen bij ongewenste situaties. Ook zijn er duidelijke verschillen op de gebieden van milieubelasting, risico's en kosten, waardoor het mogelijk is tot een voorkeur te komen.

Bij de uitwerking zijn de te verwachten kosten in beeld gebracht, zonder na te gaan in hoeverre dit commercieel daadwerkelijk realiseerbaar is. De totale kosten, zowel investering als 10 jaar bedrijfsvoering, voor het alternatief met volledige zuivering tot een vast zoutproduct komen uit op afgerond € 635 miljoen. Afvoer van gezuiverd zoutwater naar de Eems is geraamd op afgerond € 290 miljoen. Voor het indikken van het productiewater tot brijn en de injectie van deze gereduceerde volumestroom bedragen de geraamde kosten € 335 miljoen. De kosten van waterinjectie in de Twente en Drenthe velden gecombineerd bedragen minimaal € 75 miljoen. Dit bedrag kan tot € 245 miljoen oplopen afhankelijk van aanvullende maatregelen, waarmee de waterkwaliteit in oplopende mate verbeterd wordt.

Voorzetting van waterinjectie uitsluitend in de Twentevelden zal naar verwachting afgerond € 145 miljoen kosten, mede vanwege de in dit geval benodigde vervanging van de pijp-in-pijp leiding.

Het is van belang bewust te zijn van onzekerheden bij de uitvoering van de alternatieven, ten aanzien van ontwerp mogelijkheden, de bepaalde effecten en de geraamde kosten. Het is de verwachting dat de hier gepresenteerde waarden echter een realistische afspiegeling geven van de keuzes en de consequenties van de keuzes.

Bij de alternatieven die de verwerking van productiewater geheel in de biosfeer laten plaatsvinden, geldt dat er negatieve milieueffecten ontstaan doordat relatief veel energie verbruikt wordt en de reststoffen allemaal in het milieu verwerkt moeten worden. Feitelijk komen veel stoffen vanuit de diepe ondergrond hiermee in het milieu van de biosfeer terecht. De verwerking van reststoffen kan risico's tot gevolg hebben.

Analyse van de risico's laat zien dat er bij benutting van de diepe ondergrond keuzes gemaakt kunnen worden waardoor de kans op negatieve effecten gering is. De ervaring in Nederland tot nu toe laat zien dat onder de juiste omstandigheden waterinjectie veilig en zonder gevaar voor de gezondheid kan plaatsvinden. Maar er blijven onzekerheden met betrekking tot aardbevingen en zoutoplossing.

Uiteindelijk is het daarmee de vraag of de hogere kosten en grotere milieubelasting bij verwerking in de biosfeer opwegen tegen de onzekerheden van de ondergrondse opslag van productiewater.

Bij de onzekerheden over ondergrondse opslag van productiewater, komt de vraag in hoeverre de daar aanwezige zoutlagen oplossen in het productiewater en zo tot instabiliteit van de ondergrond kunnen leiden. Hoewel NAM-onderzoeken aangeven, dat voorkomen kan worden dat er zoutoplossing in de ondergrond optreedt, zijn er nog veel vragen over en blijkt monitoring in het reservoir lastig. Daarom wordt op basis van het onderzoek op hoofdlijnen het advies gegeven een brede expertmeeting (zoutconferentie) te organiseren om tot gemeenschappelijke inzichten te komen over mogelijke zoutoplossing ten gevolge van waterinjectie en de mogelijke gevolgen hiervan voor veiligheid en milieu.

## **Vervolgstappen evaluatieproces**

Het hier gepresenteerde tussenrapport, in combinatie met de zorgpuntennotitie, wordt aangeboden aan het Ministerie van Economische Zaken. Het Ministerie van Economische Zaken zal deze rapportage ter toetsing voorleggen aan Deltares en aan de Commissie voor de m.e.r. De individuele bestuurders uit de Begeleidingscommissie zullen afzonderlijk hun inzicht met betrekking tot het meest wenselijke alternatief kenbaar maken aan de Minister. De Minister zal op basis van de tussenrapportage met de verschillende partijen in de regio in overleg gaan. Dit moet er toe leiden dat er duidelijkheid ontstaat hoe op de langere termijn wordt omgegaan met het productiewater.

Nadat op hoofdlijnen duidelijk is welke oplossingsrichting of -richtingen de voorkeur hebben, zullen één of enkele alternatieven in meer detail worden uitgewerkt. De detailuitwerking wordt gebruikt voor de bevestiging van gemaakte keuzes of een bijstelling daarvan.

## 1 Aanleiding voor de herafweging

### 1.1 Oliewinning Schoonebeek

In Zuidoost Drenthe en aangrenzend in Duitsland bevindt zich het grootste oliereservoir onder land van West Europa. Zowel vanuit Duitsland als vanuit Nederland is hier olie gewonnen. Het Nederlandse deel van het olieveld wordt aangeduid als het Schoonebeek oliereservoir, waaruit sinds 1947 olie wordt gewonnen. Vanaf 2011 is een nieuwe fase gestart in de oliewinning Schoonebeek, waarbij de aanwezige olie in de ondergrond met behulp van lage druk stoominjectie wordt verhit en vloeibaarder gemaakt om de oliewinning te vergemakkelijken. In het reservoir is naast de olie ook een grote hoeveelheid water aanwezig. Met de olie komt dit water uit het reservoir via de winputten omhoog. Dit water wordt afgescheiden van de olie en als zogenaamd productiewater verwerkt.

#### **Het productiewater is vooral zoutwater**

Het productiewater bevat onder meer een grote hoeveelheid zouten. Naast zout bevinden zich van nature nog andere stoffen in het geproduceerde water, zoals resten olie, enkele metalen en zwavelwaterstof (H<sub>2</sub>S). Doordat stoom wordt geïnjecteerd in het oliereservoir, komt er geleidelijk aan steeds meer schoon water samen met het zoute water uit het reservoir in het productiewater terecht. Aan het productiewater worden mijnbouwhulpstoffen toegevoegd ter bescherming van de installaties en leidingen.

#### **Verwerking productiewater uit Schoonebeek**

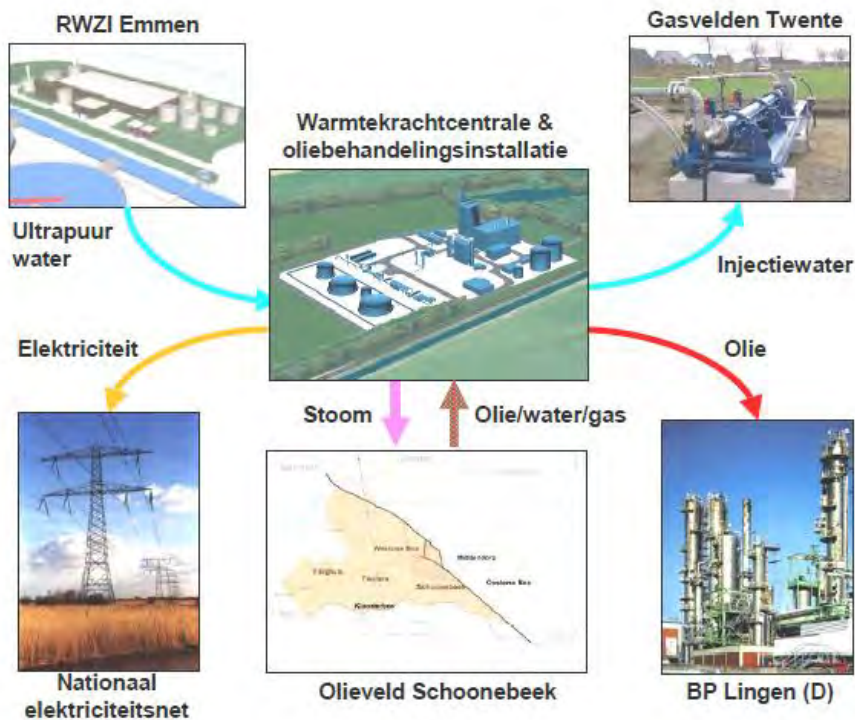
Het zoute productiewater kan niet zo maar worden geloosd op het oppervlaktewater nabij Schoonebeek. Het is eveneens niet mogelijk het productiewater weer terug te brengen in het reservoir. Doordat er al stoom wordt geïnjecteerd, zal het aanvullend terugbrengen van productiewater in het reservoir er toe leiden dat de druk te hoog wordt. Daarom is er gezocht naar andere oplossingen voor de verwerking van het productiewater. In het Milieueffectrapport (MER<sup>1</sup>) voor de Herontwikkeling Oliewinning Schoonebeek in 2006 is een vergelijking gemaakt tussen de mogelijke verwerkingsalternatieven voor productiewater, waarbij tevens de mogelijkheid van hergebruik als stoom is onderzocht. Daarbij is geconcludeerd dat opslag in leeg geproduceerde gasvelden de beste keuze is. Sinds begin 2011 wordt door de NAM productiewater vanaf de oliewinning Schoonebeek per transportleiding naar Twente gebracht en daar in lege gasvelden geïnjecteerd. Deze gasvelden kunnen uit één of meerdere reservoirs bestaan.

#### **Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek**

NAM heeft de benodigde vergunningen verkregen voor waterinjectie in de leeg geproduceerde gasvelden van Twente. Hierin is als voorwaarde opgenomen dat na een periode van 6 jaar na de start van de oliewinning NAM opnieuw toetst of waterinjectie nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode is. Op verzoek van de Minister van Economische Zaken vindt deze herafweging eerder plaats, mede ten gevolge van zorgen in de omgeving van de waterinjectielocaties.

De herafweging maakt gebruik van de door het bureau CE Delft ontwikkelde afwegingsmethodiek, zoals eerder ook bij het MER in 2006. De NAM heeft Royal HaskoningDHV gevraagd de herafweging uit te voeren. In deze rapportage worden de bevindingen van de herafweging weergegeven, waarbij de resultaten op hoofdlijnen worden gepresenteerd. Naderhand zal een meer gedetailleerde uitwerking volgen voor één of meerdere alternatieven.

<sup>1</sup> Met het MER wordt gerefereerd aan het rapport, terwijl de m.e.r. gerefereerd wordt aan de procedure.



Figuur 1.1: Overzicht onderdelen van de oliewinning Schoonebeek.

## 1.2 Afbakening van de herafweging

De verwerking van productiewater vormt een onderdeel van het veel uitgebreidere proces van oliewinning in Schoonebeek, zoals figuur 1.1 aangeeft. Deze herafweging heeft alleen betrekking op de verwerking van productiewater, nadat het is afgescheiden van de olie in de Oliebehandelingsinstallatie (OBI). De oliewinning is geen statisch productieproces. Er treden veranderingen op die invloed hebben op de hoeveelheid en samenstelling van het productiewater. Als onderdeel van dit onderzoek wordt ook bekeken, welke mogelijkheden er zijn om te komen tot afname van de hoeveelheid productiewater en beperking van het gebruik van mijnbouwulphulstoffen.

Bij deze herafweging is geen uitspraak gedaan over nut en noodzaak van oliewinning en het gebruik van fossiele energievormen in bredere zin. Dit valt buiten het kader van de specifieke herafweging verwerking productiewater Schoonebeek.

## 1.3 Aandachtspunten bij de herafweging

De herafweging in 2016 wijkt op onderdelen af van de aannames en toetsing in het MER van 2006. Sinds de start van de oliewinning in 2011 is operationele informatie beschikbaar gekomen, waaronder gegevens over de samenstelling van het productiewater. Zoals aangegeven in het MER heeft de stoominjectie er toe geleid dat in de loop van de tijd het water in het reservoir is verdund met de gecondenseerde stoom. Metingen hebben aangetoond dat het zoutgehalte van het geproduceerde water hierdoor aanzienlijk is afgenomen ten opzichte van de uitgangssituatie. Verder is er de afgelopen jaren ervaring opgedaan met de injectiviteit van de putten en reservoirs in Twente, waaruit blijkt dat op de langere termijn niet al het productiewater volgens de huidige vergunningen in de Twentevelden kan worden geïnjecteerd (figuur 1.2 geeft een voorbeeld van een injectielocatie). De transportleiding vanaf Schoonebeek naar de Twentevelden is daarnaast op één plek lek geraakt en het uitgevoerde herstel zal invloed hebben op de hoeveelheid productiewater dat in de komende jaren door de leiding getransporteerd kan worden.



De herafweging onderzoekt opnieuw de mogelijke waterzuiveringstechnieken en opslagreservoirs. In de afgelopen tien jaar zijn mogelijk nieuwe zuiveringstechnieken en ervaringen beschikbaar gekomen, die alternatieven voor waterinjectie vormen. Inmiddels zijn er ook opslagreservoirs in Drenthe beschikbaar gekomen waarvoor de gaswinning bijna beëindigd is.

Naast de technische aspecten, leven er momenteel veel zorgen in de regio met betrekking tot veiligheid en gezondheid, zoals tevens blijkt uit de uitgebreide politieke en media aandacht. Bij het onderzoek zijn deze zorgen benoemd en daar waar mogelijk mee genomen in de herafweging.

Gezien het bovenstaande leidt deze herafweging tot nieuwe inzichten in verwerkingsmogelijkheden van het productiewater. De herafweging van de verwerking van productiewater is daarmee niet alleen noodzakelijk vanuit de vergunning, maar ook wenselijk voor de regio en voor de NAM.



*Figuur 1.2: Overzicht van een waterinjectielocatie in Twente.*

### **Samenwerken met de olieproductie in Duitsland**

Het olieveld bevindt zich deels in Nederland en deels in Duitsland. In Duitsland komt eveneens productiewater vrij bij de oliewinning. Samenwerking met de Duitse kant van de oliewinning vindt al plaats doordat de geproduceerde olie naar een raffinaderij in Duitsland wordt getransporteerd. Een vergelijkbare samenwerking met betrekking tot verwerking van productiewater is in deze herafweging als één van de mogelijkheden onderzocht.

### **Terminologie: Productiewater, injectiewater, oliewater of afvalwater?**

In deze rapportage wordt het water dat de OBI verlaat aangeduid als productiewater. Het is een vorm van afvalwater, maar om het te onderscheiden van andere waterstromen wordt dit afvalwater aangeduid als productiewater. Vanuit eenduidigheid met de gehanteerde terminologie in het MER uit 2006 is er voor gekozen hier de term productiewater aan te houden. De gehanteerde terminologie heeft geen enkele invloed op de mogelijkheden of onmogelijkheden van de verdere verwerking en heeft geen juridische implicaties. Indien het water zou worden aangeduid als afvalwater of injectiewater, gelden geen andere (milieuhygiënische) normen of regels.

De term injectiewater wordt gebruikt om het water in de injectieput aan te duiden. In de huidige situatie is de samenstelling van het injectiewater gelijk aan de samenstelling van het productiewater. Indien het productiewater (deels) gezuiverd wordt, zal de samenstelling van het injectiewater afwijken van de samenstelling van het productiewater.

**Terminologie: Biosfeer en diepe ondergrond**

In deze rapportage wordt de ondergrond tot een diepte van circa 500 meter aangeduid als de biosfeer. De biosfeer beperkt zich overigens niet tot de ondergrond, boven de grond behoort ook de atmosfeer hiertoe. De diepere lagen worden aangeduid als de diepe ondergrond. Deze indeling geldt specifiek voor Nederland en is gebaseerd op de geologische bodemopbouw. De biosfeer is het gedeelte van de ondergrond waar onder meer zoet grondwater voorkomt (waaronder strategische drinkwatervoorraden), infiltratie- en kwelstromen optreden en biologische activiteit kan plaatsvinden. Dit gedeelte is voornamelijk opgebouwd uit zand- en kleilagen. De beschermende milieuwetgeving is geldig voor deze biosfeer.

In de diepe ondergrond beneden een diepte van ongeveer 500 meter komen van nature stoffen voor die in de biosfeer als verontreinigend worden gezien. Zo wordt olie in de diepe ondergrond gezien als een delfstof terwijl dit op een paar meter diepte in de biosfeer als bodemverontreiniging wordt aangeduid. De waterkwaliteit in de diepe ondergrond wijkt sterk af van de waterkwaliteit in de biosfeer en bevat relatief veel zout en hogere waarden van radioactiviteit. De diepe ondergrond valt onder de mijnbouwwetgeving en hier gelden afwijkende beschermende regels, vooral om contact met de biosfeer te voorkomen.

**Terminologie: Gebiedseigen en gebiedsvreemd water**

Gebiedseigen water in de biosfeer heeft een geheel andere samenstelling dan gebiedseigen water in de diepe ondergrond. In principe wordt getracht om bij lozing op oppervlaktewater of injectie in de ondergrond er voor te zorgen dat de samenstelling van het water zoveel mogelijk overeenkomt met de gebiedseigen waterkwaliteit. Water afkomstig uit de diepe ondergrond wordt in dat geval bij voorkeur teruggebracht in de diepe ondergrond, zonder toegevoegde stoffen.

Bij waterinjectie zijn de toegevoegde stoffen veelal gebiedsvreemd voor de diepe ondergrond. Bij waterzuivering gevolgd door lozing daarentegen komen stoffen uit de diepe ondergrond veelal als gebiedsvreemd in de biosfeer terecht.

**Terminologie: Vaste stof, zout en puur zout**

In het onderzoek wordt gesproken over het zoutgehalte van het water. Deze term wordt gebruikt voor het totaal gehalte van alle anorganische zouten. Voor het Schoonebeek water zijn dit voornamelijk NaCl en CaCO<sub>3</sub> met daarbij magnesiumzouten en kleinere hoeveelheden van andere anorganische zouten. Deze zoutsamenstelling maakt het lastig om hergebruik te realiseren. Indien gesproken wordt over alleen de component NaCl, dan wordt dit als “puur zout” benoemd.

## 1.4 Bestuurlijke omgeving van de herafweging

De herafweging wordt uitgevoerd voor het Ministerie van Economische Zaken (EZ). EZ heeft besloten de onderzoeksopzet en de rapportage voor te leggen aan de onafhankelijke Commissie voor de m.e.r., mede gezien het karakter van het onderzoek, dat het m.e.r.-proces dicht volgt. Daarnaast heeft EZ besloten een aanvullende toets op vooral de rekenkundige onderbouwing te laten uitvoeren door Deltares (in samenwerking met Wageningen University en TNO).

**De Commissie voor de m.e.r. stelt een tussenrapportage voor**

In haar advies over de onderzoeksopzet voor de herafweging [Ref. Commissie voor de m.e.r., 2016] adviseert de Commissie voor de m.e.r. het volgende over deze rapportage:

*“De Commissie adviseert in dit stadium het onderzoek te beperken tot datgene wat nodig is om de alternatieven op een betrekkelijk grofmazig abstractieniveau te kunnen presenteren. Het gaat immers om een verkenning van oplossingsrichtingen op hoofdlijnen. Daartoe is het voldoende om die alternatieven/oplossingsrichtingen op een aantal voor- en nadelen en mogelijke effecten en risico's te beoordelen. De Commissie adviseert in dit stadium verslag te doen van de resultaten van het onderzoek in een tussenrapport. Op basis van dit tussenrapport kan interactie met de omgeving plaatsvinden, en een keuze gemaakt worden voor één of meerdere perspectiefrijke oplossingsrichtingen, die nader uitgewerkt en afgewogen kunnen worden.”*

In de regio Twente zijn zorgen ontstaan rond de waterinjectie. Bij de vergunningverlening in 2010 / 2011 heeft een aantal bewoners zich verzet tegen de waterinjectie. Dit heeft geleid tot een procedure bij de Raad van State [Ref. STAP, 2010]. In 2015 is door regionale bestuurders een Stuurgroep Afvalwaterinjecties Twente opgericht, die namens bezorgde bewoners een brief met zorgpunten heeft opgesteld en gestuurd aan de Minister van Economische Zaken [Ref. Stuurgroep afvalwaterinjecties Twente, 2015]. Bij het begin van het onderzoek naar de herafweging hebben de bestuurders in de provincie Overijssel en Drenthe en van het waterschap Vechtstromen in samenspraak met de NAM een bestuurlijke begeleidingscommissie opgericht. De begeleidingscommissie heeft de opzet en uitvoering van het onderzoek kritisch gevolgd, met veel aandacht voor het goed in beeld brengen van de zorgen vanuit de regio. Deze begeleidingscommissie heeft ook zelf experts ingehuurd om de tussenstappen en het eindresultaat van het onderzoek te toetsen.

### Tussenrapport op hoofdlijnen

In overleg met het Ministerie van Economische Zaken en de Commissie voor de m.e.r. is besloten de herafweging in twee stappen uit te voeren. In eerste instantie vindt een afweging van alternatieven op hoofdlijnen plaats. De afweging op hoofdlijnen heeft als doel de essentiële informatie te bieden voor de bestuurlijke discussie over de mogelijkheid en wenselijkheid van de verschillende alternatieven. Dit onderhavige rapport beschrijft de afweging op hoofdlijnen, zonder keuzes te maken tussen de alternatieven. Dit betekent dat op onderdelen meer specifieke informatie nog niet is ingevuld, maar dat in deze fase wel voldoende inzicht bestaat om de gevolgen van de alternatieven op essentiële onderdelen te beschrijven. Het rapport is niet het resultaat van een wetenschappelijke studie, maar een onderbouwd onderzoek naar mogelijke keuzes en de gevolgen van deze keuzes.



### Toetsing tussenrapport onderzoek op hoofdlijnen

Het hier gepresenteerde tussenrapport, in combinatie met de zorgpuntennotitie, is eerder in conceptvorm besproken met de begeleidingscommissie. Het Tussenrapport en de zorgpuntennotitie worden aangeboden aan het Ministerie van Economische Zaken. Het Ministerie van Economische Zaken zal deze rapportage ter toetsing voorleggen aan Deltares en aan de Commissie voor de m.e.r. De begeleiding van het onderzoek door de Begeleidingscommissie is hiermee afgerond. De individuele bestuurders uit de

begeleidingscommissie zullen afzonderlijk hun inzicht met betrekking tot het meest wenselijke alternatief kenbaar maken aan de Minister.

### Besluitvormingstraject

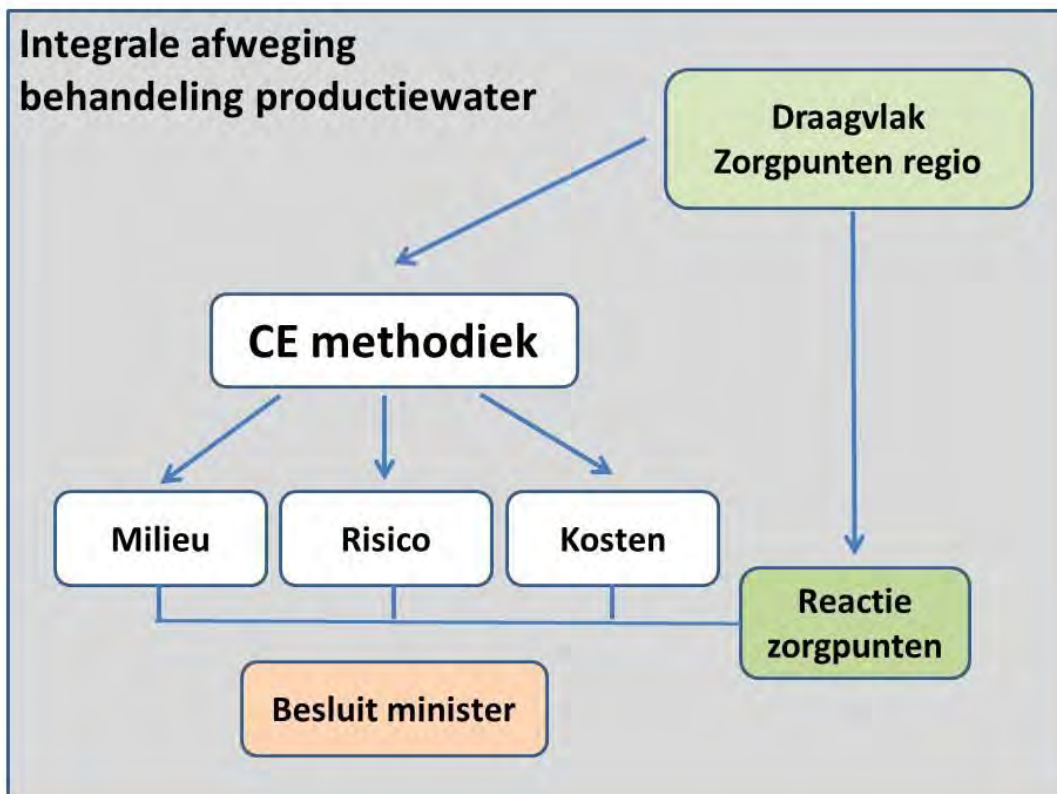
De Minister zal op basis van de tussenrapportage met de verschillende partijen in de regio inclusief NAM in overleg gaan. Dit moet er toe leiden dat er duidelijkheid ontstaat hoe op de langere termijn wordt omgegaan met het productiewater.

### Detailonderzoek

Nadat op hoofdlijnen duidelijk is welke oplossingsrichting of -richtingen de voorkeur hebben, zullen één of enkele alternatieven in meer detail worden uitgewerkt. De detailuitwerking wordt gebruikt voor de bevestiging van gemaakte keuzes of een bijstelling daarvan.

## 1.5 Opzet van de herafweging

De herafweging bestaat uit een technisch onderzoek naar verschillende mogelijkheden om het productiewater te verwijderen en een beschrijving van de zorgpunten, welke al dan niet optreden bij de verschillende mogelijkheden. In de onderstaande figuur is weergegeven dat in eerste instantie een zo compleet mogelijk overzicht van de zorgpunten is verzameld. Deze is mede gebruikt om er voor te zorgen dat het uit te voeren onderzoek naar mogelijkheden voldoende breedte en diepgang heeft. De zorgpunten komen vooral aan bod bij de beschrijving van mogelijke risico's in de CE afweging. In een aparte zorgpuntennotitie worden de bevindingen van het onderzoek gelegd naast de zorgpunten, waardoor het duidelijk wordt welke zorgpunten in het onderzoek geadresseerd zijn en waar nog zorgpunten zullen blijven bestaan.



Figuur 1.3: Schema herafweging met aandacht voor zorgpunten.

## 1.6 Opzet van de rapportage

Het voorliggende rapport vormt het hoofdrapport voor de herafweging. Het rapport volgt de stappen van het onderzoek:

### **Doel en opzet**

Hoofdstuk 2 beschrijft het doel en de opzet van het onderzoek, waarbij onderstaande stappen worden benoemd.

### **Beschrijving huidige situatie en randvoorwaarden**

Hoofdstukken 3 tot en met 6 beschrijven de huidige situatie met betrekking tot; de duiding van de zorgpunten in de regio Twente (hoofdstuk 3), het functioneren van de oliewinning Schoonebeek gedurende de afgelopen jaren (hoofdstuk 4), het beleid met betrekking tot verwerking van productiewater (hoofdstuk 5) en de uitgangspunten waaraan opties voor verwerking van productiewater moeten voldoen (hoofdstuk 6).

### **Selectie alternatieven voor verwerking productiewater**

De selectieprocedure voor nader te onderzoeken alternatieven is beschreven in hoofdstukken 7 tot en met 9. De mogelijke oplossingen worden weergegeven in hoofdstuk 7. De toetsing van deze opties om te komen tot een beperkt aantal nader te onderzoeken alternatieven is beschreven in hoofdstuk 8. In hoofdstuk 9 worden deze alternatieven in meer detail uitgewerkt.

### **Afweging alternatieven, toetsing met CE afwegingsmethodiek, toepassing en resultaten**

In hoofdstuk 10 wordt de toepassing van de CE afwegingsmethodiek beschreven, met daarbij de doorgevoerde aanpassingen ten opzichte van de eerdere toepassingen van deze methodiek. Hoofdstuk 11 beschrijft de uitvoering van de afweging. De resultaten worden besproken in hoofdstuk 12 en samengevat in hoofdstuk 13.

### **Reflectie op zorgpunten in verband met draagvlakdiscussie**

De bevindingen met betrekking tot de zorgpunten worden in hoofdstuk 14 besproken en verder uitgewerkt in de zorgpuntennotitie. In hoofdstuk 15 wordt nader ingegaan op de onzekerheden en hoe hiermee als onderdeel van de afweging kan worden omgegaan. Dit leidt tot de algemene bevindingen van dit rapport op hoofdlijnen in hoofdstuk 16.

### **Vervolgprocedure**

In hoofdstuk 17 wordt het vervolgtraject geschetst.

## 2 Doel en opzet van de herafweging

### 2.1 Huidige vergunning

#### Toetsing bij MER in 2006 met behulp van de CE-afwegingsmethodiek

In 2006 zijn voor de verwerking van het productiewater uit Schoonebeek, als onderdeel van een m.e.r.-procedure, verschillende verwerkingsmogelijkheden onderzocht, waaronder het terugbrengen in de diepe ondergrond. Voor de afweging van verschillende alternatieven is toen gebruik gemaakt van de voorgeschreven CE-afwegingsmethodiek, waarbij milieuaspecten, risico's en kosten worden afgewogen. Uit de afweging kwam de opslag van productiewater in lege gasvelden van Twente als meest gunstig alternatief naar voren. Dit alternatief is door de NAM nader uitgewerkt en toegepast.

#### Vergunning NAM voor waterinjectie, met voorwaarde van herafweging

Na beoordeling door het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) heeft destijds de provincie Overijssel als bevoegd gezag NAM de benodigde waterinjectievergunningen verleend, met daarin opgenomen de voorwaarde dat, na een periode van 6 jaar na de start van de oliewinning, getoetst dient te worden of waterinjectie nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode is. Sinds de invoering van de wet algemene bepaling omgevingsrecht (Wabo) in 2010 is de rol van bevoegd gezag voor de waterinjectievergunning ondergebracht bij de Minister van Economische Zaken (EZ).

#### Vergunningsvoorwaarde waterinjectie

In de vergunning staat vermeld dat de vergunninghouder NAM moet rapporteren over (vergunningsconditie):

- a) *Uitgebreide evaluatie van de waterinjectie activiteiten en de effecten daarvan op de boven het reservoir liggende afsluitende lagen*
- b) *Onderzoek conform de CE methodiek of gelijkwaardig, of het injecteren van injectiewater dat vrij komt bij de productie van olie, nog steeds de meest geschikte verwijderingsmethode is.*
- c) *Een onderzoek naar de mogelijkheid om de hoeveelheid gebruikte hulpstoffen verder te minimaliseren.*

### 2.2 Rapportage herafweging als onderdeel van vergunning

De NAM heeft begin 2015 ten behoeve van bovengenoemde voorwaarde a) een rapportage ingediend bij het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) als vertegenwoordiger van het bevoegd gezag, het Ministerie van Economische Zaken.

De beide uit te voeren onderzoeken die onder voorwaarden b) en c) vallen zijn onderwerp van de hier gepresenteerde rapportage. Daarbij wordt het gebruik van hulpstoffen en de mogelijkheden om deze te minimaliseren meegenomen als onderdeel van het veel bredere onderzoek naar alternatieven en varianten van verwerkingsmethoden.

Aanvullend heeft NAM extra onderzoeken uitgevoerd naar het risico op mogelijke aantasting van zoutlagen boven de opslagreservoirs en het risico op aardbevingen door waterinjectie (zie hoofdstuk 4.1.4). De belangrijkste bevindingen hiervan zijn overgenomen in deze rapportage. SodM heeft de NAM-rapporten uitgezet bij internationale experts ter toetsing. De resultaten van deze toetsing worden door SodM samengebracht en geïnterpreteerd. Samen met NAM zal worden bepaald in hoeverre de onderzoeken afdoende zijn, of dat aanvullend onderzoek nog nodig is.

### Aanvullende redenen voor de herafweging

De herafweging is zodoende in eerste instantie een verplichting vanuit de bestaande vergunning. Het is inmiddels ook duidelijk geworden, dat de leeg geproduceerde gasvelden in Twente onvoldoende capaciteit hebben om gedurende de gehele productieperiode van Schoonebeek productiewater te injecteren. De afweging van mogelijke alternatieven is daarmee ook voor NAM van belang om toekomstige keuzes te maken.

De herafweging wordt eerder uitgevoerd dan volgens de vergunning vereist is, om tegemoet te komen aan zorgen in de regio waar waterinjectie plaatsvindt.

#### Ministerie van Economische Zaken en Staatstoezicht op de Mijnen

Het Ministerie van Economische Zaken (EZ) is bevoegd gezag voor het verlenen van vergunningen in het kader van de Wabo en Mijnbouwwet. Zowel de winning van olie als het injecteren van water in leeg geproduceerde gasvelden vallen zowel onder de Wabo als onder de Mijnbouwwet. De NAM heeft in 2010 de vergunningsaanvragen ingediend bij het Ministerie van Economische Zaken.

Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) controleert in hoeverre bij de uitvoering van mijnbouwactiviteiten de NAM zich houdt aan de algemene regels en de vergunningsvoorwaarden. De rapportage van de herafweging wordt opgeleverd aan EZ.

## 2.3 Doel van de hernieuwde afweging

De vorige afweging dateert van de opstelling van het MER in 2006 en de vraag is gerechtvaardigd of er inmiddels geen effectievere zuiveringstechnieken zijn ontwikkeld, waardoor de afweging tussen waterzuivering en waterinjectie nu anders zou kunnen uitpakken dan 10 jaar geleden.

In de herafweging is getoetst of waterinjectie in Twente nog steeds de best mogelijke techniek is om het productiewater uit Schoonebeek te verwerken. De centrale vragen hierin zijn:

- Vindt het huidige proces van watertransport en -injectie plaats conform de oorspronkelijke verwachtingen?
- Welke nieuwe technische inzichten en technieken zijn beschikbaar gekomen en welke nieuwe ontwikkelingen?
- Worden er mogelijkheden voorzien om de hoeveelheid productiewater te verminderen? En zijn er mogelijkheden om de hoeveelheid hulpstoffen in het productiewater te beperken?
- Zijn er inmiddels elders andere reservoirs beschikbaar gekomen, of komen deze op termijn beschikbaar, die geschikt zijn voor waterinjectie?
- Welke overwegingen, vragen en zorgen van bewoners en van regionale en lokale belanghebbenden (provincies Drenthe en Overijssel, gemeenten, waterschappen, natuurorganisaties) zijn van belang voor de afweging?
- Hoe krijgen deze nieuwe inzichten, technieken en ontwikkelingen een plek in de herafweging?
- Kan de afwegingsmethodiek verbeterd worden, zoals aangegeven door de Commissie voor de m.e.r. en wellicht op basis van suggesties vanuit de Begeleidingscommissie?

## 2.4 Opzet van de herafweging, werkwijze

### Overzicht kansrijke opties met behulp van de CE-afwegingsmethodiek

De herafweging wordt uitgevoerd in een aantal inhoudelijke stappen. Bij de uitvoering van deze stappen is het van belang dat belanghebbenden in de omgeving betrokken zijn en de afwegingen bij de uiteindelijke conclusies herkennen. Onderstaand wordt ingegaan op de inhoudelijke stappen.

#### CE-afwegingsmethodiek

In 2004 is een afwegingsmethodiek voor de verwerking van productiewater ontwikkeld door de industrie, de bevoegde gezagen en externe deskundigen.

Deze methodiek is verankerd in het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP) en is er op gericht een transparante afweging tussen alternatieven met bovengrondse en ondergrondse componenten mogelijk te maken.

De methodiek staat bekend als CE afwegingsmethodiek, vernoemd naar CE Delft, de begeleiders van het ontwikkelproces (uitgebreid beschreven in hoofdstuk 10).

### Inhoudelijke aanpak

De inhoudelijke aanpak is mede gebaseerd op de adviezen van Deltares [Ref. Deltares, 2016] en het advies van de commissie voor de m.e.r. [Ref. Commissie voor de m.e.r., 2016].

Zoals in hoofdstuk 1 al is aangegeven heeft de commissie voor de m.e.r. voorgesteld het onderzoek in twee stappen uit te voeren. De eerste stap geeft bevindingen op hoofdlijnen, geschikt om tot bestuurlijke afweging te komen. Vervolgens kunnen één of meerdere alternatieven in detail worden uitgewerkt. Deze rapportage heeft betrekking op het onderzoek op hoofdlijnen, waarbij de CE-afwegingsmethodiek zoveel mogelijk wordt gevolgd.

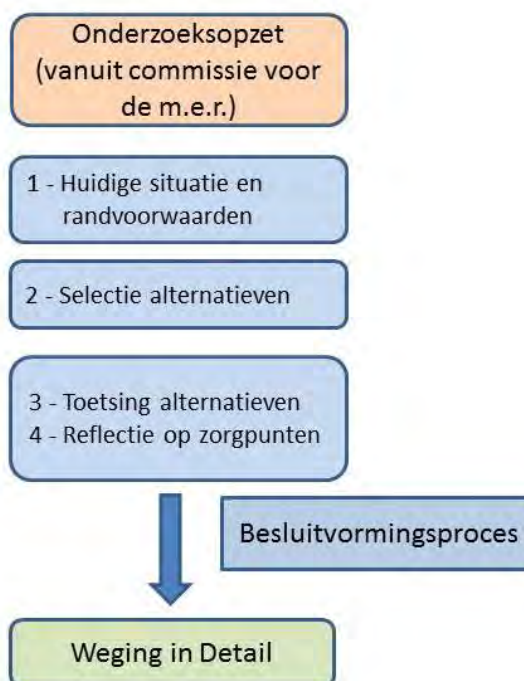
Deltares heeft op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken een advies geschreven, ten behoeve van de beoordeling van de onderzoeksopzet door de commissie m.e.r. Bij de uitwerking van het onderzoek zijn de suggesties van Deltares overgenomen. Daarnaast heeft de TU Delft op verzoek van de Begeleidingscommissie een tussentijdse evaluatie gedaan, waarbij het belang van het beschrijven van de benodigde monitoring is benadrukt.

Het onderzoek is verdeeld over vier blokken:

#### Huidige situatie en randvoorwaarden

**1a** Zorgpunten. De afgelopen jaren zijn er vooral nabij de injectielocaties in Twente zorgen ontstaan. Deze zorgen worden benoemd. De herafweging dient zo goed mogelijk antwoord te geven op deze zorgpunten. Daarvoor is de uitvoering van het onderzoek transparant gemaakt, met een begeleidingscommissie en ruimte voor een second opinion door verschillende partijen.

**1b** De feiten. Inventarisatie van waterinjectie in afgelopen jaren, verzamelen van de cijfers met betrekking tot hoeveelheid water, waterkwaliteit, injectie in putten, integriteit van de putten, drukopbouw in





en om de putten, de lekkage in de watertransportleiding en andere mogelijke gebeurtenissen. Conclusie ten aanzien van de werkelijke versus verwachte impact. Bij de huidige situatie zijn de bevindingen meegenomen van het onderzoek naar de woningen met scheurvorming aan de Tramweg in Rossum en de lekkage die 16 april 2015 plaatsvond in de transportleiding bij Holthema.

**1c** Het beleid. Het huidige beleidskader wordt doorgenomen om vast te stellen of en onder welke voorwaarden waterbehandeling dan wel waterinjectie kunnen worden toegestaan.

**1d** Uitgangspunten. Overzicht van de randvoorwaarden voor de oliewinning en ten aanzien van de oplossingsmogelijkheden. Dit betreft de samenstelling en hoeveelheid water, maar tevens de beschikbaarheid van zuiveringsmethodieken en geschiktheid van ondergrondse reservoirs.

### Selectie alternatieven

**2a** Mogelijke oplossingen. In eerste instantie wordt een uitgebreide lijst met opties samengesteld, waarin zo breed mogelijk alle mogelijkheden voor verwerking van productiewater, inclusief het beperken van de hoeveelheid productiewater en verminderen van mijnbouwstoffen, is meegenomen.

**2b** Toetsing opties. De lange lijst wordt geclusterd naar de verschillende type oplossingen. Per type oplossing wordt met behulp van selectiecriteria de meest kansrijke optie bepaald.

**2c** Uitwerken alternatieven. De geselecteerde opties worden in een groter detail uitgewerkt, en aangeduid als alternatieven (om aan te sluiten bij de m.e.r. methodiek). Daarbij worden optimalisaties meegenomen in de vorm van varianten bij de alternatieven.

### Toetsing van de alternatieven

**3a** De afweging. De CE afwegingsmethodiek plaatst de verschillende aspecten voor het maken van een keuze naast elkaar, zoals belasting van het milieu, risico's en kosten. De afweging is aangepast in het kader van al eerder door de Commissie voor de m.e.r. hierover gemaakte opmerkingen. Vanuit het maatschappelijk veld zijn hier ook reacties op gekomen. Tevens wordt bekeken in hoeverre het te ontwikkelen Landelijk Afvalbeheer Plan versie 3 (LAP-3) tot aanpassing zal leiden.

**3b** CE afwegingskader, toetsing randvoorwaarden waterinjectie. Voor waterinjectie zijn er randvoorwaarden aan de waterstroom en de te gebruiken reservoirs. Indien aan beide voorwaarden wordt voldaan kan een waterstroom en reservoir in aanmerking komen om onderdeel uit te maken van de zogenaamde doelmatigheidstoets.

**3c** CE afwegingskader, uitvoering doelmatigheidstoets. Voor alle alternatieven wordt het milieueffect in beeld gebracht. In de uitgebreide vorm gebeurt dit middels een Levens Cyclus Analyse (LCA). In dit onderzoek op hoofdlijnen wordt een beperkte vorm gehanteerd, waarbij de belangrijkste componenten worden benoemd. Daarnaast worden het risico op korte en lange termijn beschreven en de kosten benoemd.

**3d** Vergelijking resultaten uit de toets. De bevindingen van de doelmatigheidstoets worden naast elkaar gezet en vergeleken. Er vindt geen classificatie van een totale score plaats, maar wel een vergelijk van de afzonderlijke scores.

### Reflectie op zorgpunten

**4a** Terugkoppeling zorgpunten. De bevindingen worden gekoppeld aan de zorgpunten, om aan te geven in hoeverre bij verschillende alternatieven zorgpunten blijven bestaan of beantwoord worden.

**4b** Omgaan met onzekerheden. Bij alle alternatieven zal er sprake zijn van onzekerheden en risico's. Het is de vraag welke onzekerheden en risico's acceptabel en beheersbaar zijn of wanneer dit maatschappelijk niet meer wenselijk is.

De bovenstaande stappen leiden tot het gevraagde inzicht in de verschillende mogelijkheden voor de verwerking van productiewater, de te verwachten gevolgen bij deze keuzes en maakt daarmee een vergelijk mogelijk tussen verwerkingsmogelijkheden van productiewater.

### 3 Stap 1a: Zorgen om waterinjectie in de regio Twente

#### 3.1 Zorgen ontstaan in de regio Twente

De afgelopen jaren hebben bewoners en andere betrokkenen in Twente hun zorgen geuit over de mogelijke effecten van de waterinjectie. Een lek in de transportleiding tussen Hulte en Rossum heeft tot een plaatselijke bodemverontreiniging geleid. Daarnaast maken sommige bewoners zich zorgen om scheuren in hun huizen en vermoeden daarbij een verband met de waterinjectie. Ook oude bodemverontreinigingen op voormalige gaswinningslocaties hebben geleid tot vragen over de gevolgen voor de kwaliteit van het grondwater. Voor de langere termijn zijn er zorgen over mogelijke lekkage van het opgeslagen productiewater naar bovenliggende waterlagen en oplossing van zoutlagen in de diepe ondergrond, wat tot bodemdaling of zelfs zinkgaten zou kunnen leiden. De zorgen in de regio zijn mede ingegeven door de berichten in 2014 en 2015 over een lekkage van opgeslagen olie uit een zoutholte bij het Duitse natuurgebied Amtsvonn, bij Gronau, ten oosten van Enschede.

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe wordt omgegaan met de zorgen uit de regio.

#### Discussie over mogelijk oplossen van zoutlagen

Het meest uitgewerkte en onderbouwde zorgpunt heeft betrekking op het mogelijke risico dat de zoutlagen boven en deels onder de injectiereservoirs in contact komen met injectiewater en daardoor voor een gedeelte in oplossing gaan.

In de regio Twente vindt ondiepe oplossing van zoutlagen plaats ten behoeve van zoutwinning, waarbij grote open ruimtes ontstaan. Er zijn zorgen over mogelijke instabiele bodem boven deze open ruimtes. In het verlengde van de zorgen bij de zoutwinning, zijn er zorgen dat vergelijkbare effecten kunnen optreden ten gevolge van de waterinjectie.

In verschillende rapportages van de NAM wordt uitgebreid ingegaan op dit technische vraagstuk. In deze hoofdrapportage worden de belangrijkste bevindingen samengevat.

#### Aparte rapportage geheel gewijd aan zorgpunten en antwoorden op zorgpunten

Bij deze rapportage is een apart document opgesteld waarin alle zorgpunten herkenbaar zijn opgenomen. Tevens worden in deze rapportage antwoorden op de zorgpunten gegeven, mits de zorgpunten binnen het kader van dit onderzoek passen.

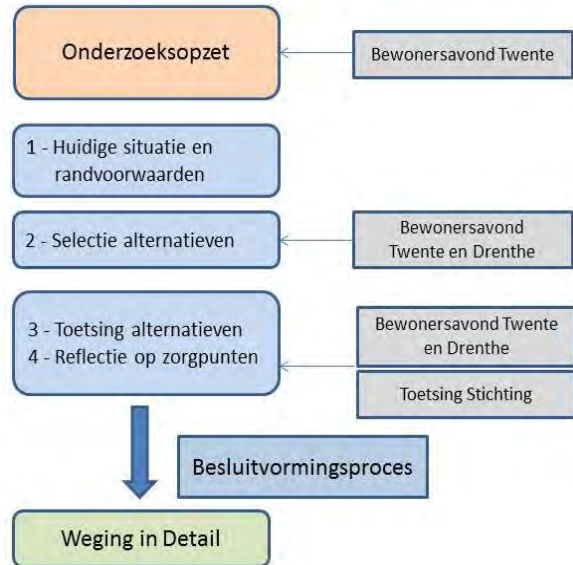
#### Bewonersbijeenkomsten

Voorafgaand en tijdens de uitvoering van het onderzoek, zijn er bewonersbijeenkomsten geweest waarbij informatie is gepresenteerd en men vragen heeft kunnen stellen. In november 2015 is in Reutum een toelichting gegeven op de opzet van het onderzoek. Hier zijn circa 200 bezoekers aanwezig geweest. Eind maart / begin april 2016 is in Twente en Drenthe een bijeenkomst geweest waarbij toelichting is gegeven hoe vanuit alle beschikbare opties is gekomen tot de meest kansrijke alternatieven.

Daarnaast is er een speciale bijeenkomst geweest voor de presentatie van de bevindingen van het onderzoek aan de woningen aan de Tramweg in Dinkelland. Tevens is er toelichting geweest door NAM via een rondrijdende bus over het herstel van de transportleiding.

### 3.2 Organisatie van het onderzoek

Gezien de ruime aandacht van de bevolking, bestuurders en media, is getracht bij de uitvoering van het onderzoek steeds terugkoppeling te geven over de voortgang en bevindingen. Bij de uitvoering van het onderzoek hebben daartoe verschillende partijen een rol gekregen. Als vergunninghouder is NAM de initiatiefnemer en is voor het uitvoeren van het onderzoek ondersteund door Royal HaskoningDHV. Het Ministerie van Economische Zaken is het formele bevoegde gezag en heeft onafhankelijke deskundigen gevraagd een oordeel te geven over de rapportages. Vanuit de regio hebben bestuurders het onderzoek gevolgd vanuit de Begeleidingscommissie, waarbij naast sturing om het onderzoek en de onderzoeksresultaten zo transparant mogelijk gestalte te geven veel aandacht is voor zorgpunten die leven in de samenleving. De Stichting Stop Afvalwaterinjectie Twente heeft met de Minister van Economische Zaken afgesproken eveneens de gelegenheid te krijgen te reageren op het rapport.



#### Initiatiefnemer - Herafweging NAM in kader van vergunning

De herafweging van verschillende alternatieven voor verwerking van productiewater is primair een technisch onderzoek, waarbij haalbaarheid, effecten, risico's en kosten vergeleken worden. Het is van belang dat dit zorgvuldig en compleet gebeurt. Royal HaskoningDHV heeft het onderzoek uitgevoerd en de rapportage opgesteld voor de NAM, ondersteund door CE Delft bij het vaststellen van de milieueffecten. De NAM dient de rapportage in bij het Ministerie van Economische Zaken. Formeel wordt hiermee tevens voldaan aan de vergunningsconditie van de NAM.

Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn verschillende organisaties benaderd, zowel marktpartijen als kennisinstututen, om mee te denken over mogelijke zuiveringsopties, waterafvoermogelijkheden en slimme combinaties met bestaande industrieën.

NAM heeft verschillende partijen in de regio benaderd om te komen tot een compleet overzicht van mogelijke zorgen, aanvullend op de al beschikbare vragenlijsten die zijn opgesteld in de regio en aan de minister zijn verstuurd.

#### Bevoegd gezag - EZ laat rapport technisch toetsen

EZ heeft de Commissie voor de m.e.r. gevraagd advies te geven op de onderzoeksopzet en daarna de tussenrapportage te toetsen. De herafweging zelf is geen m.e.r.-traject, maar de gehanteerde methodiek is vergelijkbaar met een m.e.r.-proces. Hierdoor is het goed mogelijk voor de Commissie voor de m.e.r. om te adviseren. De Commissie heeft een bezoek gebracht aan de productielocatie in Schoonebeek en een injectielocatie in Twente alvorens haar advies uit te brengen.

#### Onafhankelijk advies over onderzoek

Aanvullend op de Commissie voor de m.e.r. heeft EZ tevens Deltares gevraagd een second opinion te geven op de onderzoeksopzet en op de rapportage. Deltares toetst of onderzoek, bronnen en gehanteerde normen relevant en juist toegepast zijn [Ref. Deltares, 2016]. Hierbij kunnen eventueel ook TNO en SodM een rol spelen.

De uitgebreide evaluatie van effecten op afsluitende lagen zijn eerder al aangeleverd aan SodM en worden nu door internationale experts getoetst. Bevindingen uit deze evaluatie zijn verwerkt in deze rapportage.

### Bestuurders uit de regio – Stuurgroep en Begeleidingscommissie

Bestuurders uit de regio Twente hebben zich begin 2015 verenigd in de Stuurgroep Afvalwaterinjecties Twente. Deze Stuurgroep heeft een brief met zorgpunten aan Minister Kamp gestuurd. Een deel van deze bestuurders heeft vervolgens zitting genomen in de begeleidingscommissie, die is gevormd bij de aanvang van het onderzoek. Hierin vertegenwoordigen zij tevens de overige bestuurders uit de Stuurgroep.

Bestuurders uit Overijssel en Drenthe hebben een begeleidingscommissie gevormd, die het onderzoek kritisch volgt, om zeker te zijn dat de herafweging zorgvuldig en transparant verloopt en om er op toe te zien dat alle zorgpunten op een goede wijze worden meegenomen. In de begeleidingscommissie hebben zitting de gedeputeerden van Overijssel en Drenthe, de wethouders van Dinkelland, Tubbergen, Emmen en Coevorden en een dagelijks bestuurslid van het waterschap Vechtstromen. Op maandelijkse basis hebben de bestuurders meegekeken met de voortgang van het onderzoek.

Ambtenaren van de provincies, de gemeenten en het waterschap Vechtstromen hebben meerdere keren een workshop gehad, waarin uitleg is gegeven over de achtergrond, aanpak en uitwerking van het onderzoek.

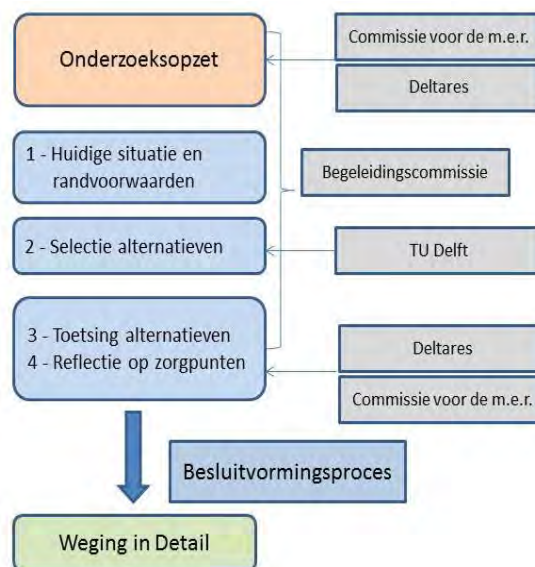
De begeleidingscommissie heeft voor de toetsing van de onderzoeksopzet en de rapportage een eigen onafhankelijke partij ingeschakeld voor een second opinion. Hiervoor is de TU Delft benaderd, die tevens met aanvullende suggesties zijn gekomen voor onder meer de zuiveringsopties.

### Stichting Stop Afvalwater Twente

De Stichting Stop Afvalwater Twente heeft met de Minister van Economische Zaken gesproken en zal haar reactie geven op het Tussenrapport als onderdeel van de Bestuurlijke besluitvormingsproces, waarbij een keuze gemaakt gaat worden voor verdere uitwerking van kansrijke alternatieven. De Stichting heeft begin juni nog een voorstel gedaan als alternatief voor de waterinjectie in Twente [Ref. Stichting Stop Afvalwater Twente, juni 2016]. Hierin stelt de Stichting:

*“De Stichting maakt zich grote zorgen over het injecteren onder zoutlagen in verband met de onduidelijkheid bij deskundigen over het wel of niet oplossen van deze zoutlagen en de daarbij behorende risico’s. Deze zouden bij het injecteren onder kleilagen niet aanwezig zijn.”*

Het alternatief van de Stichting komt er op neer dat waterinjectie plaatsvindt in de provincie Drenthe, aangezien de reservoirs dieper gelegen zijn en daardoor minder risico’s bij zoutoplossing zouden bieden. Het door de Stichting aangedragen alternatief vormt in deze fase van onderzoek op hoofdlijnen, een variant van één van de onderzochte alternatieven (zie hoofdstuk 9.4).



## 4 Stap 1b: Huidige situatie en aandachtspunten

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven hoe de oliewinning heeft gefunctioneerd in de afgelopen jaren, met daarbij vooral aandacht voor het productiewater en de waterinjectie. Hiertoe wordt onderstaand eerst het gehele project 'oliewinning Schoonebeek' kort toegelicht. Daarbij wordt beschreven hoe de oliewinning de afgelopen jaren heeft gefunctioneerd. De praktische ervaring uit zowel de opstartfase als de eerste productiefase worden vergeleken met de beschrijvingen in het MER uit 2006. Daarna wordt ingegaan op het transport en de injectie van het productiewater.

Tijdens de operationele fase hebben zich enkele bijzondere omstandigheden voorgedaan, die aanvullende toelichting vragen. Deze worden beschreven, met daarbij aangegeven wat de gevolgen zijn voor eventuele voortzetting van de waterinjectie. Vervolgens wordt aandacht besteed aan ervaringen met waterinjectie in zowel binnenland als buitenland, en de gevolgen van andere soorten van mijnbouw zoals zoutwinning. Deze ervaringen dienen vooral om mogelijke risico's bij waterinjectie te beperken. Tot slot vindt een beschouwing plaats van de bevindingen. Deze bevindingen worden in hoofdstuk 6 meegenomen als aandachtspunten voor mogelijke toekomstige opties.

### Bronvermelding

De operationele informatie is afkomstig van de monitoringsactiviteiten van de NAM. De hoeveelheid injectiewater, de samenstelling van het injectiewater en de integriteit van de leidingen en putten worden door de NAM gerapporteerd aan SodM. Deze rapportages zijn beschikbaar op de website van de NAM. Daarnaast hebben de NAM experts aanvullende informatie aangeleverd, om een compleet beeld te krijgen van de ervaringen met de oliewinning in Schoonebeek.

## 4.1 Ervaringen bij huidige olieproductie en waterinjectie

### 4.1.1 Procedure Herontwikkeling Oliewinning Schoonebeek

Sinds 1947 heeft de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) olie gewonnen uit het olieveld Schoonebeek. De totale inhoud van het olieveld bedraagt circa 160 miljoen m<sup>3</sup> olie (wat overeenkomt met 1 miljard vaten). In de periode tussen 1948 en 1996 is circa 40 miljoen m<sup>3</sup> olie gewonnen. Waterinjectie was daarbij een integraal onderdeel van de oliewinning en als zodanig beschreven in het oorspronkelijke MER waterinjectie Zuidoost Drenthe [Ref. NAM, 1991]. In 1996 werd de winning van olie uit het olieveld Schoonebeek gestopt. De oliewinning was met de toen bestaande technieken en infrastructuur niet langer economisch verantwoord. Alle productie faciliteiten, pijpleidingen en putten die toen gebruikt werden, zijn vervolgens opgeruimd.

Vanaf 2005 heeft NAM een nieuwe techniek ontwikkeld, waarmee in 25 jaar nog zo'n 16 tot 20 miljoen m<sup>3</sup> olie uit het veld kan worden gewonnen. Voor deze Herontwikkeling Oliewinning Schoonebeek heeft NAM een Milieu Effect Rapport (MER) opgesteld in 2006 [Ref. NAM, 2006]. Tijdens het opstellen van het MER hebben betrokken instanties middels een ambtelijke begeleidingsgroep kritisch meegekeken naar de plannen.

Het MER is in 2006 ingediend bij de Commissie voor de m.e.r. die met een positief advies is gekomen, voorzien van een aantal kanttekeningen. Onderdeel van het MER was de afweging van alternatieven voor de verwerking van het vrijkomende productiewater. Hiervoor is gebruik gemaakt van de CE afwegingsmethodiek. De Commissie voor de m.e.r. heeft tevens een generieke toetsing uitgevoerd op de toepassing van deze CE afwegingsmethode, en daarvoor een aantal verbeterpunten aangedragen. Op basis van het goedgekeurde MER zijn de vergunningsaanvragen opgesteld en in 2008 en 2009 ingediend. Onderdeel van deze vergunningen is de (omgevings)vergunning voor het winnen van olie in

Schoonebeek en de vergunning voor het injecteren van productiewater in de leeg geproduceerde gasvelden van Twente.

Bij het opstellen van de vergunningsaanvragen in 2009 is gebruik gemaakt van voortschrijdende inzichten, waardoor op een aantal punten is afgeweken van het beschreven in het MER in 2006. Ter onderbouwing is een aanvulling op het MER geschreven, als addendum. Voor de waterinjectie is de belangrijkste aanpassing de constatering dat vanaf het begin meer injectielocaties in gebruik genomen zullen worden. Naast de locaties van de velden Rossum-Weerselo en Tubbergen-Mander wordt ook gebruik gemaakt van een deel van het veld Tubbergen. Aangezien de injectielocatie zich in het Natura 2000 gebied Springendal en Dal van de Mosbeek bevindt, is hiervoor aanvullend onderzoek uitgevoerd naar effecten op de natuur. Daarnaast bevindt de locatie zich nabij de Duitse grens zodat onderzocht is in hoeverre grensoverschrijdende effecten zijn te verwachten.

Gelijktijdig met het opstellen van de vergunningsaanvragen, heeft de NAM verzoeken voor aanpassing van bestemmingsplannen ingediend bij de betrokken gemeenten in Twente. De gaswinlocaties hebben een aangepaste bestemming gekregen van waterinjectielocatie.

In de periode vanaf 2005 tot en met 2010 zijn er naast veel overleggen met bevoegde gezagen, ook een groot aantal publieksbijeenkomsten geweest, zowel in Drenthe als in Twente. Tijdens deze bijeenkomsten is het publiek geïnformeerd over de plannen van de NAM. Het MER en vergunningen zijn ter inzage gelegd, zodat een ieder hierop zienswijzen kon indienen en beroep kon instellen.

In 2010 zijn alle vergunningen en aanpassingen van de bestemmingsplannen verkregen, nadat de Raad van State de ingediende bezwaren heeft beoordeeld. In haar uitspraak geeft de Raad van State aan dat het bezwaar met betrekking tot het geluidsniveau bij één van de waterinjectielocaties gegrond is. NAM heeft als gevolg hiervan de waterinjectie bij deze locatie aangepast. De overige bezwaren zijn ongegrond verklaard.

De provincie Overijssel en het Ministerie van Economische Zaken hebben als bevoegd gezag NAM de benodigde waterinjectievergunning verleend, met daarin opgenomen de voorwaarde dat na een periode van 6 jaar getoetst dient te worden of waterinjectie nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode is. Aangezien de waterinjectie in Twente plaatsvindt vanaf 2011, dient deze nieuwe afweging begin 2017 gereed te zijn.

#### **4.1.2 Opstart oliewinning**

Sinds begin 2011 wordt door de NAM productiewater vanaf de oliewinning Schoonebeek per transportleiding naar Twente gebracht en daar in lege gasvelden geïnjecteerd.

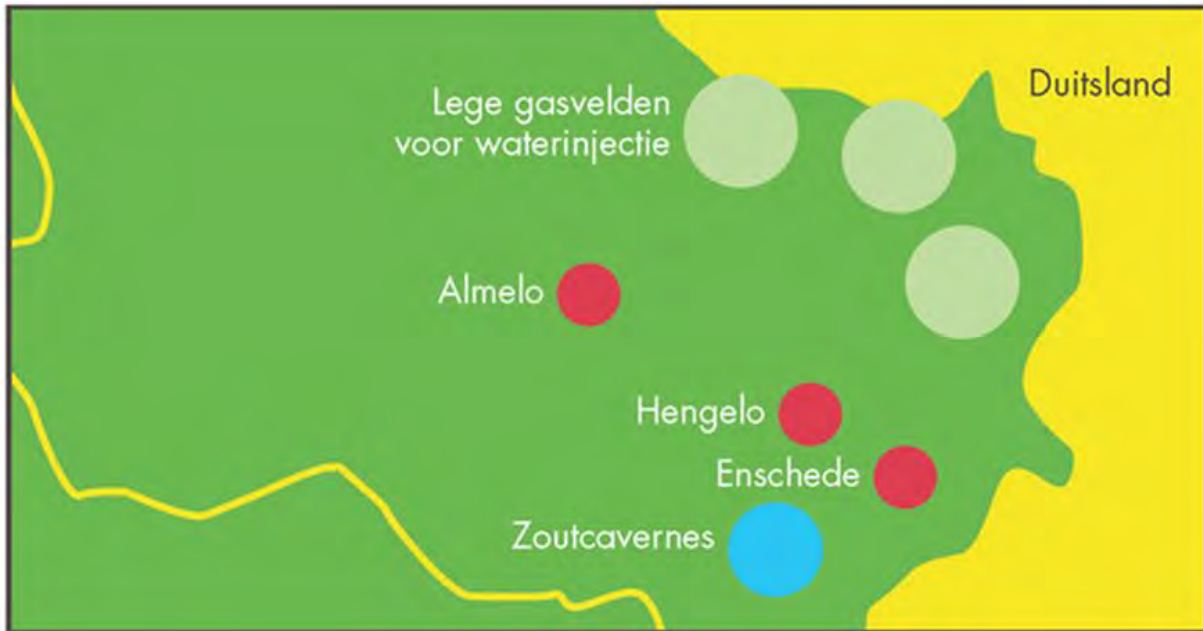
##### **Opwarmen van het olieveld Schoonebeek**

In eerste instantie heeft gedurende een aantal maanden olieproductie plaatsgevonden zonder stoominjectie, met als doel het verlagen van de druk in het reservoir. De verlaagde druk in het reservoir maakt het mogelijk bij injectieputten met relatief lage druk stoom in het reservoir te injecteren. De stoom komt met circa 250 graden Celsius in het reservoir en condenseert vervolgens, waarbij nog meer warmte beschikbaar komt in het oliereservoir. Door de toegenomen warmte wordt de olie vloeibaar en kan naar de winputten stromen om geproduceerd te worden.

In de loop van 2011 is gestart met stoominjectie en olieproductie. Als gevolg van de stoominjectie neemt de temperatuur van het geproduceerde oliewatermengsel geleidelijk toe. Na een aantal maanden of jaren heeft de gecondenseerde stoom de winputten bereikt en neemt door verdunning het zoutgehalte in het oliewatermengsel geleidelijk af.

### Afvoer en injectie productiewater

Via de transportleiding wordt het productiewater naar de Twentevelden getransporteerd. Figuur 4.1 en figuur 4.7 geven de ligging van de gasvelden schematisch weer. Kaart 1 en 2 in de bijlage geven dit meer gedetailleerd weer. Daar wordt het water met behulp van injectieputten in lege gasvelden diep in de ondergrond geïnjecteerd. Het water wordt in twee geologische formaties geïnjecteerd. De injectie van het productiewater vindt sinds 2011 plaats en verloopt volgens een door SodM goedgekeurd Water Injectie Managementplan.



Figuur 4.1: Schematische weergave van de ligging waterinjectievelden in Twente.

### 4.1.3 Functioneren oliewinning

#### Bevindingen oliewinning Schoonebeek

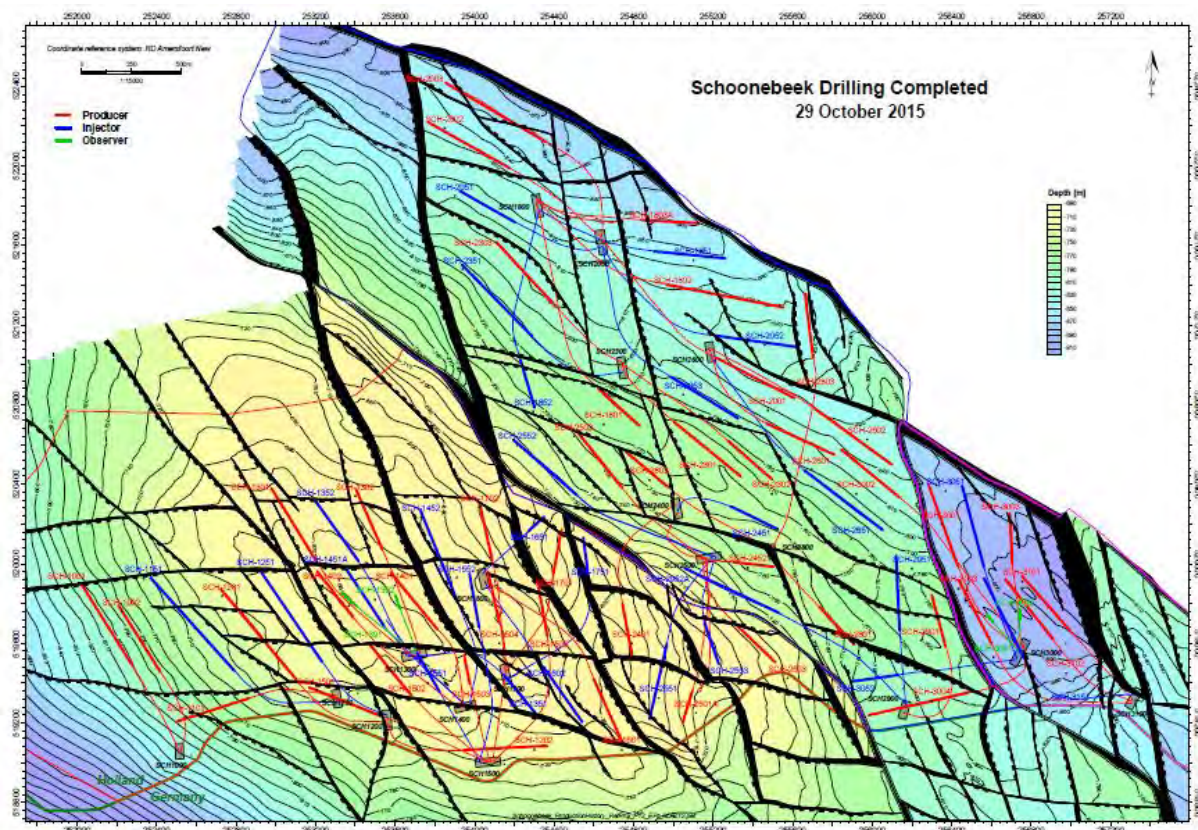
Het oliereservoir Schoonebeek is geen groot homogeen reservoir, maar is verdeeld in een aantal segmenten of blokken door breukzones. De opwarming van het oliereservoir Schoonebeek vindt plaats door opwarming van deze verschillende blokken in de ondergrond. Sommige blokken staan onderling in contact, andere zijn geheel gescheiden door breukzones. In ieder blok komen één of meerdere stoominjectieputten en winputten voor. Sommige blokken in het reservoir zijn inmiddels meer opgewarmd dan andere, en uit sommige blokken is al meer olie gewonnen dan uit andere. De ondergrond is daarmee heterogeen, zodat een aansturing voor afzonderlijke blokken wenselijk is.

De injectiviteit (de mate waarin waterinjectie in het gesteente mogelijk is) van het oliereservoir is lager dan vooraf aangenomen. Hierdoor kan het reservoir minder stoom opnemen en warmt het reservoir langzamer op dan gepland. De maximaal gehanteerde injectiedruk bedraagt 40 bar. Om de opwarming te verbeteren wordt de stoom met deze maximale druk geïnjecteerd. Deze hogere druk wordt langer toegepast dan voorzien, om zoveel mogelijk warmte in het reservoir te brengen. Als gevolg van de hogere druk komt de stoom met hogere temperatuur in het reservoir en wordt de olie sterker verhit dan oorspronkelijk voorzien. De lagere injectiviteit van het reservoir leidt er toe dat er minder stoom wordt geïnjecteerd, het reservoir als geheel langzamer opwarmt maar ook door de hoge druk lokaal hoge temperaturen ontstaan.

Een oliepomp onder in elke winput is nodig omdat het olie-watermengsel uit zichzelf niet omhoog kan stromen. De productie is minder dan gepland, doordat het niet mogelijk is de putten tot een lage druk af te



pompen. Door de lagere productie neemt de druk in het reservoir minder af dan gepland, waardoor er minder ruimte is voor stoominjectie. Ook dit beperkt de productie.



Figuur 4.2: Overzicht van de blokstructuur van het oliereservoir Schoonebeek (westelijk deel). De zwarte lijnen geven de breukzones weer, de rode lijnen zijn winputten en de blauwe lijnen zijn de injectieputten.

### H<sub>2</sub>S-vorming in de ondergrond

De olie is zwavelhoudend en bij verhitting komt H<sub>2</sub>S en wat CO<sub>2</sub> vrij. De mate waarin dit optreedt, is hoger gebleken dan verwacht. Er komt meer H<sub>2</sub>S vrij dan verwacht bij de geplande stoomdruk en temperatuur. Daarnaast zorgt het langer aanhouden van de maximale injectiedruk tot hogere temperatuur van de olie, wat eveneens leidt tot meer H<sub>2</sub>S-vorming. De toename van H<sub>2</sub>S en CO<sub>2</sub> opgelost in water verhoogt de zuurgraad. De vorming van H<sub>2</sub>S is irreversibel, zodat deze eenmaal gevormd ook wordt geproduceerd, zowel in gasvorm en opgelost in het oliewatermengsel.

H<sub>2</sub>S is een corrosieve stof, die onder andere het staal van de leidingen kan aantasten. Bij de olieputten heeft op basis van deze bevindingen een aanpassing plaatsgevonden. Hier wordt nu zwavelwaterstofbinder (H<sub>2</sub>S-binder) toegevoegd, om de buisleidingen en de Olie Behandelingsinstallatie (OBI) te beschermen.

Bij de winputten vindt monstername plaats om te bepalen hoeveel H<sub>2</sub>S-binder aan het oliewatermengsel toegevoegd moet worden om afdoende bescherming aan de installaties te geven. Deze monstername varieert van put tot put op basis van het H<sub>2</sub>S-gehalte. Bij de putten met de hoogste concentratie gebeurt bemonstering op dagelijkse basis. Het is de verwachting dat het H<sub>2</sub>S-gehalte niet verder zal toenemen, maar wel kan variëren afhankelijk van de ingeschakelde winputten.

### Langere periode van oliewinning

Het reservoir is langzamer opgewarmd dan voorzien. Daarnaast is de productie ongeveer een jaar stil gelegd en daaropvolgende zal mogelijk tot 2022 het watertransport beperkt zijn. Hierdoor is de olieproductie vertraagd. De totale periode van oliewinning zal dan ook langer duren dan oorspronkelijk voorzien. Het is nu de verwachting dat de oliewinning zal doorgaan tot circa 2050.

### 4.1.4 Bevindingen waterinjectie

#### Totale volume waterinjectie minder dan voorzien

Vanaf 2011 is bij de OBI productiewater beschikbaar gekomen. Doordat de oliewinning nog niet op volle gang is gekomen, is de hoeveelheid productiewater veel minder dan in het MER van 2006 is aangenomen. De totale verwachte hoeveelheid productiewater gedurende een periode van 25 jaar was circa 75 miljoen m<sup>3</sup>, gemiddeld 3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Voor de eerste jaren was een gemiddelde van circa 9.000 m<sup>3</sup> per dag geraamd.

Na ongeveer 4 jaar is de totale hoeveelheid aangeleverd en geïnjecteerd productiewater circa 5,4 miljoen m<sup>3</sup>. Volgens verwachting zoals beschreven in het MER, had in dezelfde periode ongeveer 12 miljoen m<sup>3</sup> moeten zijn opgeslagen. De hoeveelheid feitelijk geïnjecteerd productiewater is dus aanzienlijk minder dan oorspronkelijk in het MER voorzien.

#### Injectiereservoirs hebben minder capaciteit en lagere injectiedrukken dan verwacht

De injectiereservoirs in Twente blijken over minder opslagcapaciteit te beschikken dan verwacht. In het MER in 2006 is uitgegaan van een totale opslagcapaciteit van 90 miljoen m<sup>3</sup>. In de praktijk is dit minder gebleken, doordat:

- De injectiviteit in de diepere zandsteenformaties is veel lager gebleken dan vooraf verwacht, waardoor deze in het vervolg slechts in zeer beperkte mate gebruikt zullen worden. Dit leidt tot een lagere opslagcapaciteit.
- De hoeveelheid opgeslagen water per put in de kalksteenformatie is oorspronkelijk gelijk gesteld aan de hoeveelheid gewonnen gas per put. In de praktijk blijkt dat de putten maar 50-80% van het oorspronkelijke gasvolume kunnen opnemen.

#### Toelichting Fracking en Fracking condities

Met de term fracking wordt de techniek aangeduid, waarbij gas uit steenformaties wordt vrij gemaakt door onder hoge druk scheuren te vormen. Water, zand en chemicaliën worden geïnjecteerd om er voor te zorgen dat de scheuren open blijven en gasdoorlatend zijn. In de olie- en gaswereld wordt soms fracking toegepast in slecht doorlatende reservoirs om gas of olie beter te produceren.

Bij waterinjectie kan de injectiviteit van een reservoir worden verbeterd door een hogere injectiedruk toe te passen, waarmee scheuren in het reservoir ontstaan. Dankzij de scheuren kan het water beter het reservoir instromen. Hierbij wordt alleen water geïnjecteerd, geen zand of chemicaliën. Deze manier van werken wordt aangeduid als injectie onder fracking condities. Voor de Zechstein reservoirs in Twente en Drenthe is dit niet nodig, aangezien hier van nature al voldoende scheuren aanwezig zijn. Voor de zandsteenformaties in Twente is dit wel een mogelijkheid omdat deze van nature een slechtere doorlatendheid voor water kennen.

Tot en met 2015 heeft NAM bij de waterinjectie in Twente niet onder fracking condities gewerkt. Indien de zandsteenformaties in de toekomst gebruik worden (zie de beschrijving van de referentiesituatie in hoofdstuk 9.5), bestaat de mogelijkheid dat dit alsnog nodig is. Voorafgaand aan het injecteren onder fracking condities heeft NAM toestemming nodig van SodM, waarbij aspecten met betrekking tot veiligheid, milieu en technische aspecten worden getoetst.

**Injectiviteit en druk in het injectiereservoir**

De injectiviteit in het kalkgesteente blijkt groter dan oorspronkelijk gedacht, zodat waterinjectie bij meerdere putten zonder aanvullende injectiedruk plaats vindt. Het water stroomt via de put direct het reservoir in zonder dat aanvullende druk in de injectieput nodig is. Dit wordt veroorzaakt door de al aanwezige structuren in het kalkgesteente. Van nature komen hierin min of meer verticale scheuren (fractures) voor, waardoor het water gemakkelijk het reservoir in stroomt. Wanneer het reservoir verder gevuld raakt, zal aanvullende druk in de injectieput worden toegepast. De druk in het reservoir, komt echter niet boven de oorspronkelijke druk in het gasreservoir. Deze injectiedruk is lager dan het niveau waarbij nieuwe breuken zouden kunnen ontstaan.

De zandsteenformaties hebben een lagere injectiviteit dan oorspronkelijk voorzien. In dit gesteente bevinden zich weinig scheuren, zodat de doorstroming van het geïnjecteerde water hier beperkt is. Deze zandsteenformaties hebben tot dusverre weinig bijgedragen aan de hoeveelheid opgeslagen injectiewater.

De waterinjectie vindt zodoende in de praktijk plaats zonder fracking of fracking condities, hoewel deze mogelijkheid in het MER van 2006 nog open is gelaten.

**Onderzoek effecten op de boven het reservoir liggende afsluitende lagen**

De injectiviteit en de injectiedruk zijn bepalend voor de hoeveelheid te injecteren water per put. Daarnaast is het van belang dat de waterinjectie geen negatieve effecten heeft, zoals het veroorzaken van aardbevingen of het oplossen van de nabijgelegen zoutlagen. Deze beide aspecten zijn recentelijk onderzocht.

NAM heeft op verzoek van de toezichthouder Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) onderzoek gedaan naar vooral mogelijke oplossing van de zoutlagen die als afdekkende laag aanwezig zijn bij de gasreservoirs. Tevens heeft NAM onderzoek gedaan naar mogelijke aardbevingen ten gevolge van de waterinjectie. Deze rapporten zijn door SodM en internationale experts bestudeerd [Ref. NAM-rapporten 2014 en 2015]. Het betreft de volgende rapporten, in het Engels geschreven, maar met een Nederlandse samenvatting:

1. Geology description of Twente gas fields: Tubbergen, Tubbergen-Mander en Rossum-Weerselo [Ref. NAM, 2014];

Onderzoek naar de geologische omstandigheden om na te gaan in hoeverre het injectiewater in aanraking komt met de zoutlagen en kunnen leiden tot oplossing van zoutlagen. Op basis van geologische informatie en modelberekeningen wordt geconcludeerd dat de kans dat stromend injectiewater bij zoutlagen kan komen uiterst klein is. De overall aanwezige laag van het onoplosbare en goed afdichtende anhydriet vormt een natuurlijke barrière aan de boven en onderzijde van het injectiereservoir naar de zoutlagen.

2. Halite dissolution modelling of water injection into Carbonate gas reservoirs with a Halite seal [Ref. NAM, 2014];

Deze rapportage gaat eveneens in op de vraag of zoutoplossing in het injectiewater mogelijk is. Hierbij is onderzocht wat er gebeurt als injectiewater langs een breukzone stroomt, waarbij door vroegere verschuiving van de lagen de zoutlaag in direct contact staat met het reservoir. Tevens is onderzoek gedaan naar een situatie waarbij water stroomt langs de putwand in het geval onvoldoende cementering aanwezig is. Beide situaties kunnen voorkomen worden door een goede putselectie. Zonder waterstroming zal zoutoplossing bij een volledig contact zeer traag verlopen, middels convectiestroming.

Modelberekeningen geven aan dat het minimaal 8.000 jaar duur voordat verzadiging van een waterlaag kan optreden. Door de aanwezigheid van de anhydrietlaag wordt dit mechanisme voorkomen.

### 3. Subsidence caused by Halite dissolution due to water injection into depleted Carbonate gas reservoirs encased in Halite [Ref. NAM, 2014];

In dit rapport worden de berekeningen van een meest negatief scenario voor zoutoplossing gepresenteerd. Indien er geen anhydriet laag aanwezig zou zijn, kan zout vanuit de overliggende laag gedurende een periode van minimaal 8.000 jaar geleidelijk oplossen in water in het reservoir. In het reservoir is een resterend deel van het oorspronkelijke aardgas nog aanwezig. Onder invloed van zwaartekracht zal het gas boven het geïnjecteerde water terecht komen en zo een buffer vormen tussen het water en de zoutlaag. Het onderzoek concludeert dat in dit meest negatieve scenario er slechts een beperkte mate van regionale bodemdaling optreedt. Aangezien het reservoir van het steenzout gescheiden wordt door anhydriet lagen, is het waarschijnlijk dat er geen bodemdaling ten gevolge van waterinjectie optreedt. Verder concludeert het rapport dat er geen risico is voor zoutcavernevorming en mogelijke lokale verzakkingen die daarmee geassocieerd kunnen worden.

### 4. Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields [Ref. NAM, 2015];

Onderzoek naar het risico van aardbevingen bij waterinjectie in de Twentevelden. Het rapport concludeert dat de omstandigheden bij de gebruikte Twentevelden zodanig zijn, dat het risico op het optreden van aardbevingen minimaal is en dat, mocht er zich een beving voordoen, deze naar verwachting een lage magnitude (kracht) zal hebben. Aanbevelingen uit dit rapport zijn de aanleg van aanvullende geofoons nabij de waterinjectielocaties voor nauwkeuriger waarneming, opzetten van een netwerk om grondversnelling te meten en een seismisch risico- en responsplan opstellen als onderdeel van NAM's Waterinjectie Management Plan. Een uitgebreid gefoonnetwerk boven de Twentevelden is inmiddels geïnstalleerd en operationeel.

### 5. Protocol seismische activiteit door waterinjectie [Ref. NAM, 2015].

Dit betreft een addendum van het Waterinjectie Management Plan, waarin het 5 stappenplan van Zoback [Ref. Zoback, 2012] is uitgewerkt. Dit resulteert onder meer in een schema met de volgende kleurcodes.

Tabel 4.1. Overzicht seismisch protocol NAM

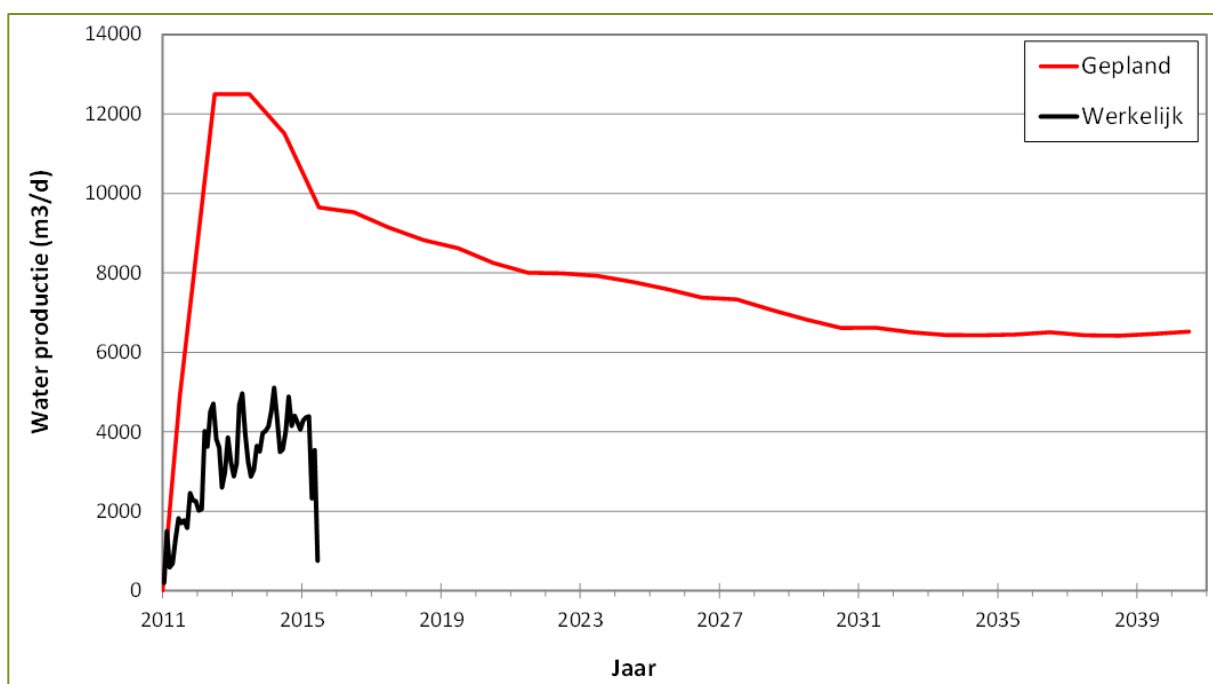
Actieschema bij waargenomen aardbevingen		
Kleur-code	Aardbeving gemeten met magnitude	Actie
Groen	onder of gelijk aan 1,5	Bij deze code is geen actie nodig
Geel	van 1,5 tot en met 2,5	Er vindt analyse plaats van gefoon en accelerometers (grondversnelling). Er vindt afstemming plaats met SodM of aanpassingen wenselijk zijn.
Oranje	van 2,5 tot en met 3,0	De waterinjectie in de nabijgelegen put wordt teruggenomen. Er vindt afstemming plaats met SodM of dit permanent moet gebeuren.
Rood	groter dan 3,0	De waterinjectie in de nabijgelegen put wordt stop gezet. Er vindt afstemming plaats met SodM welke aanvullende maatregelen wenselijk zijn.

De bevindingen uit deze rapportages zijn in dit rapport overgenomen. Hierbij geldt de kanttekening dat de beoordeling van externe experts nog niet beschikbaar is.

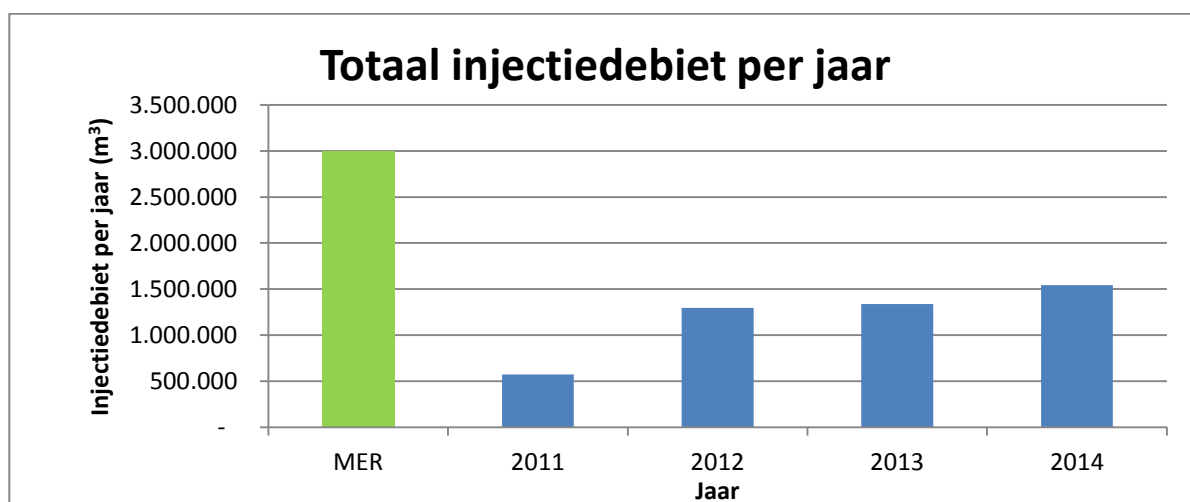
#### 4.1.5 Hoeveelheid geïnjecteerd productiewater

##### Totale hoeveelheid productiewater

De onderstaande figuur (Figuur 4.3) geeft de werkelijke hoeveelheid geïnjecteerd water per dag in Twente met de zwarte lijn weer. De rode lijn geeft de verwachte hoeveelheid waterinjectie weer, zoals dat in het MER 2006 is berekend. Er is te zien dat verwacht werd dat het dagelijks debiet in de eerste twee jaar op zou lopen tot 12.000 m<sup>3</sup>/dag (4,4 miljoen m<sup>3</sup>/jaar) en in de volgende jaren geleidelijk aan afnemen tot circa 6.000 m<sup>3</sup>/dag (2,2 miljoen m<sup>3</sup>/jaar). De stoominjectie en olieproductie in Schoonebeek hebben het gewenste niveau nog niet bereikt. Daarom is het jaarlijkse waterinjectiedebiet lager dan in het MER weergegeven.



Figuur 4.3: Werkelijke hoeveelheid waterinjectie per dag (zwart) ten opzichte van de verwachte hoeveelheid waterinjectie (rood). De abrupte afname van de waterinjectie medio 2015 geeft het stilleggen van de productie weer.



Figuur 4.4: Huidig injectiedebiet (blauw) en de verwachte gemiddelde waterproductie (groen).

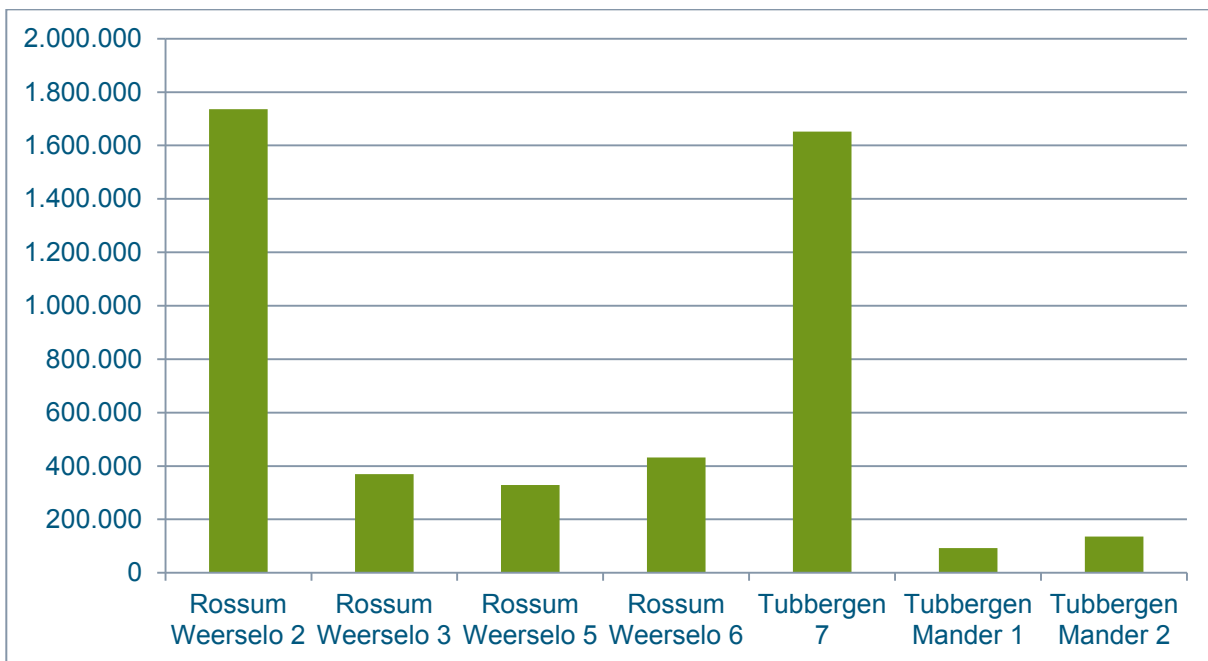
Ook op jaarbasis is zichtbaar dat minder water wordt geïnjecteerd dan voorzien. Het daadwerkelijke debiet loopt op van 0,6 miljoen m<sup>3</sup> in 2011 tot 1,5 miljoen m<sup>3</sup> in 2014. Figuur 4.4 laat zien dat hiermee de hoeveelheid injectiewater ongeveer de helft van de verwachte gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid bedraagt.

#### Hoeveelheid waterinjectie per injectielocatie

De hoeveelheid aangevoerd productiewater is via verschillende putten geïnjecteerd. Op één injectielocatie kunnen zich meerdere injectieputten bevinden.

Waterinjectie heeft sinds 2011 plaatsgevonden in 11 waterinjectieputten. Doordat 1 put buiten werking is gesteld (TUB-10, zie toelichting bij paragraaf 4.2.4), is vanaf begin 2014 gebruik gemaakt van 10 waterinjectieputten. Daarbij blijkt dat de putten op sommige injectielocaties meer productiewater kunnen injecteren, dan op andere injectielocaties. Dit heeft te maken met de reservoir eigenschappen, waar de put op aansluit.

Figuur 4.5 geeft de totale hoeveelheid geïnjecteerd water per injectielocatie voor de afgelopen vier jaar. Hieruit blijkt dat er twee locaties zijn waar het merendeel van het water wordt geïnjecteerd, Rossum Weerselo 2 en Tubbergen 7. Het totale volume geïnjecteerd productiewater, tot aan de stop in mei 2015, bedraagt 5,4 miljoen m<sup>3</sup>.



Figuur 4.5: Totaal volume geïnjecteerd water per injectielocatie tot en met 2014.

### Herberekening van de mogelijke opslagcapaciteit per injectieput

Met behulp van de huidige kennis en inzichten, zijn de te verwachten opslagvolumes per injectieput opnieuw berekend. Onderstaande tabel geeft de verwachte waarden aan, uitgedrukt in miljoen m<sup>3</sup>.

Tabel 4.2: Overzicht van volume voor wateropslag in de putten per gasveld voor waterinjectie in Twente

Put	Totaal volume (miljoen m <sup>3</sup> water)	Opgeslagen volume (miljoen m <sup>3</sup> water)	Resterend volume (miljoen m <sup>3</sup> water)
TUM-1	1,63	0,10	1,53
TUM-2	1,10	0,03	1,07
TUM-3	0,73	0,11	0,62
<b>Tubbergen-Mander</b>	<b>3,46</b>	<b>0,24</b>	<b>3,22</b>
ROW-2	13,02	1,09	11,93
ROW-3DC zandsteen	1,40	0,04	1,36
ROW-4	4,02	0,40	3,62
ROW-5	6,60	0,43	6,17
ROW-6 *	1,03	0,00	1,03
ROW-7	1,61	0,87	0,74
ROW-9	1,70	0,47	1,23
<b>Rossum-Weerselo</b>	<b>29,38</b>	<b>3,30</b>	<b>26,08</b>
TUB-7	4,80	0,64	4,16
TUB-10	5,36	1,18	4,18
<b>Tubbergen</b>	<b>10,16</b>	<b>1,82</b>	<b>8,34</b>
<b>Totaal bij vergunde putten</b>	<b>43,00</b>	<b>5,36</b>	<b>37,64</b>
<b>Mogelijkheden voor uitbreiding</b>			
ROW-3Z	3,84	0,00	3,84
ROW-5 aanvullend	6,94	0,00	6,94
TUB-9DC zandsteen	3,35	0,00	3,35
<b>Totaal extra</b>	<b>14,13</b>	<b>0,00</b>	<b>14,13</b>
<b>Totaal Twente</b>	<b>57,13</b>	<b>5,36</b>	<b>51,77</b>

\* In deze put heeft vooralsnog geen waterinjectie plaatsgevonden

### Mogelijkheden voor uitbreiding

In de tabel is aangegeven dat buiten de huidig vergunde injectielocaties en injectieputten in de Twentevelden uitbreiding mogelijk is, door aanvullend bij Rossum Weerselo gebruik te maken van twee putten (totaal extra capaciteit van 10,78 miljoen m<sup>3</sup>) en bij Tubbergen van één put (extra capaciteit van 3,35 miljoen m<sup>3</sup>).

De beide putten TUB-7 en TUB-10 met een injectievergunning bij het Tubbergenveld, hebben als injectielimiet 9,8 miljoen m<sup>3</sup>. Bij de huidige inzichten is het echter mogelijk tot 10,16 miljoen m<sup>3</sup> water op te slaan. Dit haalbare volume is in het overzicht meegenomen, waarbij moet worden aangetekend dat voor de verhoging van het injectievolume een bijstelling van de injectievergunning nodig is.

Bij het Tubbergenveld wordt onderzocht in hoeverre de overige putten TUB-5, TUB-10 (zandsteen), TUB-11 en TUB-12 eveneens geschikt zijn voor waterinjectie. Dit zou nog aanvullend ruimte geven aan circa 8 miljoen m<sup>3</sup> opslagcapaciteit. Deze aanvullende capaciteit is niet opgenomen in tabel 4.2.

#### **Totale volume in de Twentevelden**

De tabel 4.2 geeft aan dat (afgerond) in de Twentevelden op basis van de huidige inzichten in totaal 57 miljoen m<sup>3</sup> beschikbaar is geweest, waarvan nu ruim 5 miljoen m<sup>3</sup> benut is en nog maximaal 52 miljoen m<sup>3</sup> benut kan worden. Dit is aanzienlijk minder dan de benodigde 75 miljoen m<sup>3</sup>, met als gevolg dat NAM in de nabije toekomst waterinjectie in zijn huidige vorm alleen kan voortzetten, indien aanvullende reservoirs beschikbaar komen.

#### **Beschikbaarheid van zandsteenformatie uit het Carboon**

In de tabel staan twee putten opgenomen, waarbij waterinjectie in zandsteenformatie plaatsvindt, ROW-3DC (1,36 miljoen m<sup>3</sup> resterend volume) en TUB-9DC (3,35 miljoen m<sup>3</sup> resterend volume). Vanwege de slechte injectiviteit in de zandsteenformatie, kan waterinjectie alleen plaatsvinden onder fracking condities (zie 4.1.4).

#### **Totaal vergunde hoeveelheid in de Twentevelden**

Binnen de huidige vergunning van de velden Rossum-Weerselo, Tubbergen-Mander en Tubbergen is een opslagvolume van circa 37 miljoen m<sup>3</sup> nog te benutten.

#### **Maximale benutting van Rossum-Weerselo veld**

Indien alleen wordt uitgegaan van het veld Rossum-Weerselo (26 miljoen m<sup>3</sup> vergund), inclusief de twee extra putten (nog 11 miljoen m<sup>3</sup>), kan circa 37 miljoen m<sup>3</sup> worden benut. Als het moeilijk injecteerbare zandsteen hier buiten wordt gelaten blijft nog 36 miljoen m<sup>3</sup> over als te benutten capaciteit bij het veld Rossum-Weerselo.

### **4.1.6 Samenstelling van het productiewater**

De waterkwaliteit en temperatuur zijn in overeenstemming met de verwachtingen en zoals aangegeven in de vergunning, met geringe afwijkingen. Het zoutgehalte is volgens verwachting aanzienlijk afgenomen, doordat gecondenseerde stoom vanuit de injectieputten bij de winputten een verdunnend effect heeft. Onderstaand wordt nader in gegaan op de samenstelling van het productiewater.

Het productiewater wordt gevormd door de volgende deelstromen:

- Formatiewater, het van nature aanwezige water in het oliereservoir, dat wordt mee opgepompt;
- Condenswater, de geïnjecteerde stoom die bij de winput terecht komt;
- Mijnbouwhulpstoffen, toegevoegd in de put, voor transport van het oliewatermengsel naar de OBI, in de OBI voor het scheidingsproces en in het productiewater om de afvoerleidingen en injectieputten te beschermen;
- Overige waterstromen, zoals afvoer van olie-waswater.

#### **Samenstelling productiewater [Ref. NAM, 2016, Monitoring Injectiewater Twente, jaarrapportage 2015]**

In de Oliebehandelingsinstallatie vindt in drukloze tanks bij circa 80°C scheiding plaats van het oliewatermengsel in olie en productiewater. Dit gebeurt op basis van hun dichtheidsverschil. Daarna bevat het productiewater nog een zeer beperkte hoeveelheid vrije olie. Tevens bevat het productiewater nog opgeloste zure gassen als H<sub>2</sub>S en CO<sub>2</sub>. In de samenstelling van het productiewater worden drie groepen stoffen onderscheiden (met concentraties zoals in 2015 waargenomen):



**a. Belangrijkste componenten in het productiewater die van nature in de ondergrond aanwezig zijn:**

- Zoutgehalte 44.000 mg/l (enigszins vergelijkbaar met zeewater van circa 35.000 mg/l), over de jaren zal dit geleidelijk afnemen tot 10.000 mg/l. Het zout bestaat voornamelijk uit NaCl (circa 78%) en calcium zouten (CaCl<sub>2</sub> en CaCO<sub>3</sub>, circa 14%).
- Zevende stof 37 mg/l
- Vrije olie 10-50 mg/l en opgeloste oliecomponenten als Benzene 1,5 mg/l (BTEX componenten)
- Toxische zware metalen (arsen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink) met concentraties binnen de norm voor drinkwater (Waterleidingbesluit, ingenomen oppervlaktewaternorm, 2001). Overige metalen: barium (20 mg/l) en strontium (280 mg/l) zijn in hogere concentraties aanwezig dan de drinkwaternorm.

**b. Waarden van specifieke, natuurlijke componenten die door toegevoegde mijnbouwhulpstoffen zijn verlaagd:**

- Zwavelwaterstof (H<sub>2</sub>S) is verlaagd tot 1,4 mg/l door toevoeging van H<sub>2</sub>S-binder

**c. Mijnbouwhulpstoffen aanwezig in de uitgaande waterstroom vanuit OBI:**

- Zwavelwaterstofbinder (H<sub>2</sub>S-binder) 13,8 mg/l
- Corrosieremmer 65,6 mg/l
- Biocide 1,9 mg/l

Tabel 4.3. Overzicht gemiddelde waterkwaliteit productiewater in 2015

Parameter	Eenheid	Verwachte maximale waarde (vergunning 2010)	Gemiddelde gemeten waarde 2015	EURAL-limiet
pH (eenheden)	-	4 – 9	6,5	nvt
Temperatuur	°C	50	33	nvt
Total Dissolved Solids	mg/l	20.0000	44.000	nvt
Total Suspended Solids	mg/l	100	37	nvt
Natrium (Na+)	mg/l	40.000	12.000	nvt
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/l	2.500	420	nvt
Barium (Ba <sup>2+</sup> )	mg/l	250	19	30000 <sup>3</sup>
Arsen (As)	mg/l	0,025	0,01	
Kwik (Hg)	mg/l	0,005	<0,0001	1000 <sup>3</sup>
Zwavelwaterstof (H <sub>2</sub> S) <sup>1</sup>	mg/l	15	1,4	
IJzer (totaal Fe <sup>2+</sup> en Fe <sup>3+</sup> )	mg/l	50	7,9	nvt
Kalium (K+)	mg/l	1.000	120	nvt
Strontium (Sr <sup>2+</sup> )	mg/l	2500	250	nvt
Chloride (Cl-)	mg/l	90.000	23.000	nvt
Sulfaat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	50	<19	nvt
Bicarbonaat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	1000	710	nvt
Koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> )	mg/l	500	595 <sup>4</sup>	nvt
Zuurstof (O <sub>2</sub> )	mg/l	0,05	<0,01	nvt
Olie en vetten	mg/l	100	13	nvt
Cadmium (Cd)	mg/l	0,25	<0,001	250000 <sup>3</sup>
Koper (Cu)	mg/l	1	<0,001	
Monoethylene Glycol (MEG)	mg/l	750	<200	
Diethylene Glycol (DEG)	mg/l	750	<200	
Triethylene Glycol (TEG)	mg/l	750	<200	
Ethylbenzeen (C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> )	mg/l	0,5	0,2	
Tolueen (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> )	mg/l	1	1,2 <sup>4</sup>	
Waterreiniger <sup>2</sup>	mg/l	100	0,005	
Zuurstofbinder <sup>2</sup>	mg/l	50	niet gebruikt	
Anti-schuimmiddel <sup>2</sup>	mg/l	0,13	niet gebruikt	

Chroom (Cr)	mg/l	0,25	<0,005	1000 <sup>3</sup>
Benzeen (C6H6)	mg/l	5	1,5	
Lood (Pb)	mg/l	2	<0,01	
Nikkel (Ni)	mg/l	0,5	<0,01	10000
Zink (Zn)	mg/l	7,5	0,02	50000 <sup>3</sup>
pH- regelaar <sup>2</sup>	mg/l	0,28	niet aanwezig in injectiewater	
Biocide <sup>2</sup>	mg/l	2,4	1,9	
Anti-aanslagvloeistof <sup>2</sup>	mg/l	0,24	niet aanwezig in injectiewater	
Anti-bariumsulfaataanslagvloeistof <sup>2</sup>	mg/l	200	niet gebruikt	200000 <sup>3</sup>
Calcium (Ca2+)	mg/l	8000	2000	
Xylenen (C6H4C2H6)	mg/l	1	0,5	
Anti-corrosievloeistof <sup>2</sup>	mg/l	200	65,6	
Zwavelwaterstofbinder <sup>2</sup>	mg/l	120	13,8	
Emulsiebreker <sup>2</sup>	mg/l	21	0,050	Nvt

<sup>1</sup> Gemeten sulfide gehalte omgerekend naar H<sub>2</sub>S.

<sup>2</sup> Concentraties van mijnbouwhulpstoffen (in blauwe rijen) zijn berekend op basis van verdeling coëfficiënten tussen olie en water

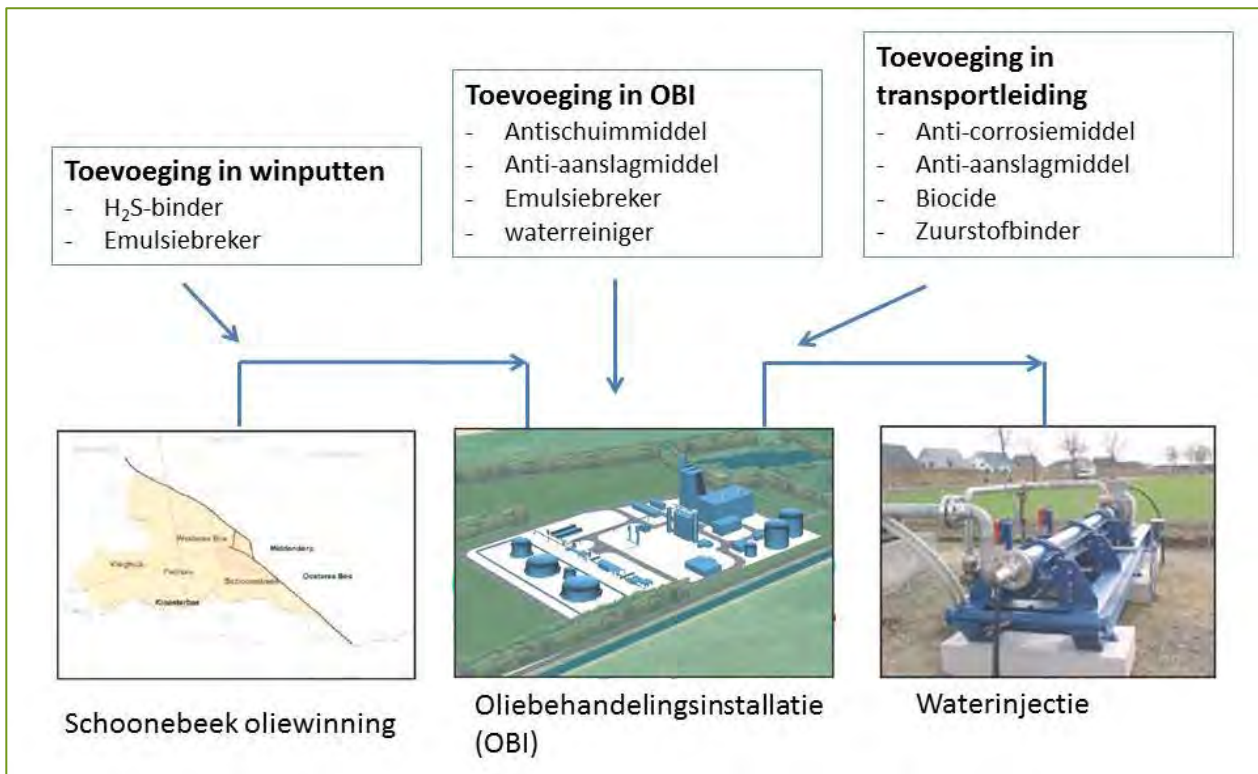
<sup>3</sup> EURAL limiet verwijst naar de totale concentratie per groep van parameters

<sup>4</sup> Gemeten concentratie overschrijdt de maximaal verwachte waarde

Naast de in de bovenstaande tabel gegeven parameters zijn nog enkele andere parameters incidenteel gemeten ten behoeve van het uitwerken van alternatieven. Hieruit blijkt dat ammonium in verhoogde concentratie aanwezig is (20-64 mg/l).

### Toelichting mijnbouwhulpstoffen

Het onderstaande schema geeft aan waar de mijnbouwhulpstoffen worden toegevoegd, en welke stoffen het betreft.



Figuur 4.6: Overzicht toevoeging van hulpstoffen bij de waterstromen richting waterinjectie in Twente.

Ter bescherming van de buisleidingen in het Schoonebeekveld wordt ter plaatse van de winput de volgende mijnbouwhulpstof toegevoegd:

- Zwavelwaterstofbinder (H<sub>2</sub>S-binder): het opgepompte mengsel van olie, water en gas bevat zwavelwaterstof (H<sub>2</sub>S). De zwavelwaterstofbinder verwijdert het H<sub>2</sub>S, om schade aan de pijpleidingen door dit corrosieve gas te voorkomen. Als er H<sub>2</sub>S-binder wordt toegevoegd ontstaat er een organisch reactieproduct.
- Emulsiebreker: een emulsie is een stabiel mengsel van olie en water. Emulsiebreker heeft als doel de olie van het water te scheiden. Bij de locaties SCH1000 en SCH3100 wordt emulsiebreker geïnjecteerd op de oliewaterleiding naar de hoofdleiding richting de OBI. De emulsiebreker komt vrijwel volledig in de afgescheiden olie terecht en niet in het productiewater.

Ter ondersteuning van de oliewater scheiding bij de OBI worden de volgende mijnbouwhulpstoffen op de OBI toegevoegd:

- Waterreiniger (clarifier): het productiewater bevat kleine hoeveelheden olie en vaste stof (zoals zand en slib). Waterreiniger kan worden toegevoegd om een betere afscheiding van deze stoffen uit het water te bewerkstelligen. In de praktijk is dit tot nog toe zelden toegepast.
- Emulsiebreker: een emulsie is een stabiel mengsel van olie en water. Emulsiebreker heeft als doel de olie van het water te scheiden. In vaten waar olie en water van elkaar gescheiden worden kan een emulsie het scheidingsproces verstoren. Met een emulsiebreker wordt het olie/water mengsel gedestabiliseerd om zo een goede scheiding te bewerkstelligen.
- Anti-aanslagvloeistof: het is mogelijk dat in het productiewater opgeloste zouten 'neerslaan' (zoals bijvoorbeeld ketelsteen dat doet in een waterkoker). Anti-aanslagvloeistof voorkomt de vorming van neerslagen in de OBI.
- Antischuimmiddel: in de vloeistof/gas scheidingsvaten van de OBI kan zich een schuimlaag ontwikkelen, die de scheiding verstoort. Antischuimmiddel voorkomt de vorming van een schuimlaag. Het antischuimmiddel komt vrijwel volledig in de afgescheiden olie terecht en niet in het productiewater.

Ter bescherming van de transportleiding naar de Twentevelden en de injectieputten in Twente worden de volgende mijnbouwhulpstoffen op de OBI continu toegevoegd:

- Anti-corrosievloeistof: verschillende onderdelen van het stoomsysteem en de injectie pijpleidingen dienen beschermd te worden tegen corrosie. De anti-corrosievloeistof hecht aan deze onderdelen en brengt daarmee een beschermende laag aan.
- Anti-aanslagvloeistof: het is mogelijk dat in het productiewater opgeloste zouten 'neerslaan' (zoals bijvoorbeeld ketelsteen dat doet in een waterkoker). Anti-aanslagvloeistof voorkomt de vorming van neerslagen in winputten of pijpleidingen. Deze mijnbouwhulpstof is in het begin toegepast, maar niet meer sinds september / oktober 2014.
- Biocide: de aanwezigheid van bacteriën geeft aanleiding tot aangroei en corrosie in de waterinjectie pijpleiding. Biocide remt de bacteriegroei.
- Zuurstofbinder: sporen zuurstof als gevolg van enig contact van productiewater met lucht kan aanleiding zijn tot corrosie. Om alle resten zuurstof in het water te verwijderen, wordt zuurstofbinder toegevoegd.

### Toelichting biocide en aantasting van de transportleiding

Het vermoeden bestaat dat bacteriën bij de OBI in het productiewater terecht zijn gekomen. Deze bacteriën hebben door de toevoeging van H<sub>2</sub>S-binder vermoedelijk een extra voedingsbodem gekregen waardoor ze snel kunnen groeien. De bacterie groeit ook in de transportleiding en heeft daar voor corrosie gezorgd, hetgeen tot het lek bij Holthema (16 april 2015) heeft geleid. De biocide of bacterie-remmer wordt gebruikt om de bacteriën onschadelijk te maken.

### Andere (periodieke) waterstromen

In de OBI wordt de afgescheiden olie ontdaan van zoutresten door wassing met een geringe hoeveelheid ultra-puur water. Na afscheiding voegt dit waswater zich bij het productiewater.

Bij controle en onderhoud komen kleine hoeveelheden olie vrij, die verwerkt worden op de OBI. Ten gevolge van mogelijke verontreinigingen is het als voorzorg nodig zuurstofbinder en biocide als mijnbouwhulpstoffen te gebruiken. Het is de bedoeling in de toekomst deze stromen te vermijden of elders te verwerken.

Voor putstimulatie bij winputten in Schoonebeek wordt geen gebruik gemaakt van chemicaliën, maar van warm ketelvoedingswater. Hieraan wordt zuurstofbinder toegevoegd. Doel van de putstimulatie is om de vorming van vaste olie (paraffine) rondom de winputten te doen smelten. Dit soort stimulatie is minder nodig als de winputten opwarmen. Eind 2014 is aanvullend gebruik gemaakt van azijnzuur voor putstimulatie, waarbij circa 50 m<sup>3</sup> in het oliewatermengsel terecht komt. Dit kan mogelijk in de toekomst ook weer nodig zijn.

In de waterinjectieputten in Twente wordt soms gebruik gemaakt van zoutzuur om de injectiviteit van het reservoir te vergroten. Dit gaat vervolgens het reservoir in en lost een laagje kalksteen op, zodat waterinjectie wordt verbeterd. Dit heeft 4 keer plaatsgevonden, waarbij circa 10 m<sup>3</sup> in het reservoir terecht komt.

### Vergelijking productiewater met de verwachte maximale waarde uit de vergunning

Er zijn verschillende criteria waaraan de kwaliteit van het productiewater getoetst kan worden. Primair dienen de gemeten waarden binnen de verwachte maximale waarden uit de vergunning te blijven. De NAM heeft vanuit de vergunning een rapportageplicht naar SodM. Deze informatie is publiekelijk toegankelijk via de NAM-website.

In 2010 zijn voor de vergunningen voor waterinjectie de te verwachten hoeveelheden van de verschillende stoffen vastgesteld. Onderstaand vindt de vergelijking plaats van de gemeten concentraties met de verwachte maximale waarden in de vergunning [Ref. NAM, 2016]. Dit geeft het volgende beeld:

- Voor de meeste stoffen geldt dat de concentraties zich bevinden binnen de verwachte maximale waarden.
- Verhoogde waarden ten opzichte van de maximaal verwachte waarden in de vergunning zijn aangetroffen in:
  - Bicarbonaat, enigszins hoger dan verwacht
  - CO<sub>2</sub>, enigszins hoger dan verwacht,
  - Tolueen, enigszins hoger dan verwacht.

Benzeen, Tolueen, Ethylbenzeen en Xylenen (samen aangeduid als BTEX) komen voor in het productiewater. In de tabel worden de gemeten waarden van begin 2015 weergegeven.

- De gemeten benzeenconcentraties bedragen in 2015 maximaal 1.600 µg/l, oftewel 1,6 mg/l. Dit is lager dan de verwachte waarde in de huidige vergunning van 5 mg/l.
- Onderstaande tabel geeft aan dat de concentratie Tolueen in 2015 hoger zijn dan de aangegeven verwachte waarde. De gemeten concentraties Tolueen variëren van 0,95 mg/l tot 1,4 mg/l, terwijl de verwachte waarde 1 mg/l bedraagt.
- Zowel Ethylbenzeen als Xylenen komen voor in het productiewater, met concentraties van circa 0,2 mg/l voor Ethylbenzeen (verwachte waarde 0,5 mg/l) en circa 0,6 mg/l voor Xylenen (verwachte waarde 1,0 mg/l).

Tabel 4.4: Overzicht analyseresultaten BTEX en olie in productiewater in 2015 [Ref. NAM,2016, Jaarrapportage 2015]

Datum	Monsternummer	Benzeen (µg/l)	Tolueen (µg/l)	Ethylbenzeen (µg/l)	Xylenen (µg/l)	Minerale olie @ (mg/l)
<i>maximaal verwachte waarde # →</i>		5.000	1.000	500	1.000	100
06/01/15	SN-2015-01-0202	1.300	1.200*	160	470	5,2
04/02/15	SN-2015-02-0278	1.400	1.100*	180	500	13
03/03/15	SN-2015-03-0168	1.600	1.400*	200	600	11
31/03/15	SN-2015-04-0009	1.600	1.400*	210	590	11
12/05/15	SN-2015-05-0538	1.300	950	130	370	24
02/06/15	SN-2015-06-0117	1.500	1.200*	210	580	15

# : maximaal verwachte waarden uit tabel 3 van de vergunningsaanvraag

\* : de gemeten concentratie overschrijdt de maximaal verwachte waarde, echter onder EURAL-limiet (zi

@: 'oliën en vetten', maandgemiddelde van wekelijks verrichte analyses

### Temperatuur van het productiewater

De injectietemperatuur van het productiewater ter plaatse van de injectieputten bedraagt 15 tot 20 graden Celsius. De injectiereservoirs hebben een temperatuur van ongeveer 55 graden Celsius.

### Niet alle mijnbouwstoffen komen in het productiewater terecht

Alleen de hulpstoffen die direct in de transportleiding worden gedoseerd, komen volledig in het productiewater terecht. Hulpstoffen die in het Schoonebeekreservoir, in de olieputten of de Oliebehandelingsinstallatie (OBI) worden toegevoegd, worden uiteindelijk 'verdeeld' over de verschillende stromen van olie, gas en water, die de OBI verlaten. Hierdoor komt slechts een deel van deze hulpstoffen in het productiewater terecht. Een voorbeeld hiervan is de (huidige) zwavelwaterstofbinder. De reactieproducten hiervan eindigen ten dele in de geëxporteerde olie en ten dele worden ze via het productiewater afgevoerd. Voor de emulsiebreker en het antischuimmiddel geldt dat deze vrijwel volledig in de oliefase terechtkomen.

### De samenstelling van het productiewater zal in de loop van de jaren veranderen

Gedurende de oliewinning zullen de concentraties en het watervolume geleidelijk gaan veranderen. Van sommige stoffen (zout) zal de concentratie afnemen vanwege verdunning van het Schoonebeek reservoirwater met stoom. Van sommige stoffen blijft de concentratie min of meer stabiel en van weer andere stoffen kan de concentratie toenemen. Dit betreft bijvoorbeeld BTEX componenten, waarvan de oplosbaarheid in water toeneemt bij lagere zoutgehalten. Hier is in de evaluatie van de alternatieven rekening mee gehouden. Zowel de samenstelling van het productiewater als de mogelijke veranderingen in concentratie daarin, worden meegenomen in de bepaling hoe het water het best gezuiverd, getransporteerd, geïnjecteerd of geloosd kan worden.

**Productiewater wordt formeel geclassificeerd als niet gevaarlijk**

*Op basis van de zogenaamde Eural-toetsing wordt het injectiewater (met daarin de gemelde concentraties mijnbouwhulpstoffen) geclassificeerd als een 'niet gevaarlijke afvalstof'. Tevens is een toetsing uitgevoerd aan de Europese Verordening voor de classificatie van stoffen, de CLP Verordening (1272/2008/EG). Deze Europese Verordening classificeert het injectiewater als 'niet gevaarlijk'.*

## 4.2 Bijzondere omstandigheden bij de verwerking van productiewater

De afgelopen jaren heeft zich een aantal bijzondere situaties voorgedaan. Zoals al eerder gemeld is de transportleiding in 2015 lek geraakt. Onderstaand wordt hier nader op ingegaan (paragraaf 4.2.1). Daarnaast is (hernieuwde) onrust ontstaan bij een aantal woningen nabij een injectielocatie, waarbij het vermoeden bestond dat schade aan de huizen werd veroorzaakt door de waterinjectie en mogelijk aardbevingen veroorzaakt door de waterinjectie. Dit is uitgezocht, met onderstaand de bevindingen (paragraaf 4.2.2). Tot slot zijn er (gedeeltelijk gesaneerde) bodemverontreinigingen uit het verleden bij een injectielocatie. Hoewel deze bekend zijn bij het bevoegde gezag, hebben ze recentelijk tot nieuwe vragen geleid (paragraaf 4.2.3).

### 4.2.1 Transportleiding

Vanaf de oliewinning bij Schoonebeek wordt het productiewater middels een ondergrondse transportleiding afgevoerd naar de injectielocaties in Twente. Kaart 2 in de bijlage laat de ligging van de transportleiding in detail zien. Onderstaande schematische figuur geeft aan dat de leiding vanaf Schoonebeek bestaat uit een nieuw aangelegd gedeelte tot aan het station De Hulte (onderstaand in figuur 4.7 aangegeven met nummer 8). Vanaf station De Hulte naar het injectiewaterverdeelstation Rossum Weerselo (leiding knooppunt ROW-Centraal, aangegeven in de figuur met nummer 9) wordt gebruik gemaakt van een bestaande leiding, die in het verleden in omgekeerde richting gebruikt is voor transport van gewonnen gas (inclusief productiewater) uit de Twentevelden naar de verwerkingslocaties in Drenthe. Vanaf ROW Centraal vindt transport van productiewater naar de verschillende injectielocatie plaats, eveneens middels leidingen die in het verleden in omgekeerde richting gebruikt zijn bij de gaswinning.

Het materiaal van de leidingen verschilt per segment, zoals in de onderstaande figuur 4.7 is weergegeven. Er zijn vier verschillende soorten leidingmateriaal gebruikt, met verschillende materiaaleigenschappen:

Van Schoonebeek naar De Hulte:

- GRE, (Glasfiber Reinforced Epoxy, ofwel glasvezelversterkte epoxy) het nieuw aangelegde segment vanaf Schoonebeek naar De Hulte. Karakteristiek voor dit materiaal is dat het niet vatbaar is voor Microbiological Influenced Corrosion (MIC) en daarmee niet voor corrosie van de buisleiding. Het materiaal is geschikt voor gebruik bij transportdruk tot circa 40 bar. Bij een GRE leiding is het niet nodig corrosie-remmer of biocide toe te passen.

Van De Hulte naar Rossum Weerselo Centraal:

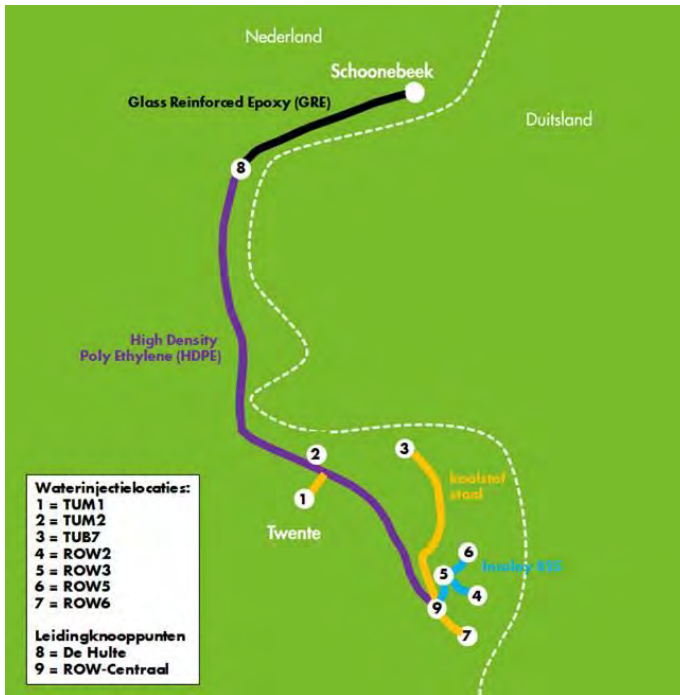
- FCP (Flexible Composite Pipe – plastic versterkt met staal), dit materiaal inclusief de koppelingen is corrosie resistent. FCP bestaat uit 2 lagen HDPE (High Density Poly Ethylene) met tussen deze beide lagen een versterking van staal. Deze leiding ligt in de bestaande koolstofstalen leiding. De ruimte tussen de FCP en de bestaande koolstofstalen leiding is gevuld met stikstof.

Naar de afzonderlijke waterinjectielocaties in Twente:

- Koolstof staal, voor leidingen richting afzonderlijke waterinjectielocaties waaronder de Tubbergen-locaties.
- Incoloy 825 cladde CS, Koolstofstaal met anticorrosielaag voor de leidingen van ROW Centraal naar de injectielocaties ROW-2, ROW-3 en ROW-5.

In het MER van 2006 is aangegeven, dat het de verwachting is, dat bij de transportleidingen geen lekkages zullen optreden. Ten aanzien van de monitoring is aangegeven, dat deze naast drukmetingen mede visueel zal plaatsvinden door de landeigenaren, die melding maken van ongewone situaties. Daarnaast vindt regulier een controle van de wanddikte plaats met behulp van meetsondes.

Voor het detecteren van grote lekken wordt het verschil tussen ingaande en uitgaande hoeveelheden (in m<sup>3</sup> per tijdseenheid) gemonitord. Voor kleinere lekken maakt NAM gebruik van een lekdetectiemiddel, dat periodiek wordt ingezet. Dit kan op basis van geluidsgolven kleine lekken detecteren en lokaliseren.



Figuur 4.7: Ligging transportleiding vanaf Schoonebeek naar de waterinjectielocaties in Twente

### Lekkage in de HDPE-watertransportleiding van De Hulte naar Rossum Weerselo Centraal

Op 16 april 2015 is bij Hardenberg in de transportleiding een lekkage geconstateerd door de landeigenaar. De lekkage werd zichtbaar doordat zich water op maaiveld bevond nabij de transportleiding. De landeigenaar heeft hiervan melding gemaakt bij de NAM, waarna de olieproductie is stopgezet. De NAM heeft een onderzoek uitgevoerd naar aard en oorzaak van de lekkage en op basis van haar bevindingen is de transportleiding gerepareerd. De leklocatie is in opdracht van de NAM volledig gesaneerd door Arcadis en gerapporteerd aan de provincie Overijssel als bevoegd gezag voor de Wet Bodembescherming. Het evaluatierapport van de grondsanering meldt dat bij analyse van de grondmonsters vluchtige aromaten (BTEX), minerale olie en chloride zijn aangetroffen.

Tabel 4.5: Concentraties aangetroffen aan maaiveld

Minerale olie	11 mg/l
Benzeen	1,6 mg/l
Tolueen	1,3 mg/l
Ethylbenzeen	0,22 mg/l
Xylenen	0,58 mg/l
Chloride	21.500 mg/l

Tijdens de grondwateronttrekking is in totaal 1.975 m<sup>3</sup> grondwater met tankwagens afgevoerd naar de RWZI te Coevorden. Vervolgens is na akkoord van het waterschap 21.670 m<sup>3</sup> geloosd op het oppervlaktewater. De samenstelling is gecontroleerd en valt binnen de normen voor lozing op oppervlaktewater. Het onttrokken grondwater bestond naast gelekt productiewater grotendeels uit reeds



aanwezig grondwater. In totaal is er 745,5 ton grond afgevoerd naar Van Gansewinkel milieutechniek te Veendam.

Na afronding van de sanering is het gebied weer volledig bruikbaar als landbouwgrond. De laatste resten van verontreiniging zullen naar verwachting door natuurlijke processen worden afgebroken, zodat het effect van de lekkage tijdelijk en herstelbaar is geweest. De locatie is op 8 mei 2015 weer overgedragen aan de eigenaar en direct weer in gebruik genomen.

Na de reparatie is de gehele leiding geïnspecteerd. De analysesresultaten geven aan dat er op meerdere locaties aantasting van de buis heeft plaatsgevonden. Hierdoor is de buisleiding voor langere tijd buiten gebruik gesteld, met als gevolg dat ook de oliewinning is stopgezet.

De lekkage van de transportleiding is veroorzaakt door aantasting van het staal van de buisleiding van binnenuit. In de transportleiding is corrosie ontstaan door bacteriologische activiteit. Deze bacteriologische activiteit is waarschijnlijk ontstaan door de toevoeging van zuurstofhoudend regenwater via de OBI en zal, naar verwachting, in de toekomst aanwezig blijven in de transportleidingen en putten. Regenwater wordt niet meer toegevoegd en daarom is verdere toevoeging van bacteriën via nieuw regenwater niet meer mogelijk.



*Figuur 4.8: Sanering lekkage bij de transportleiding.*

### **Reparatie transportleiding**

Na afweging van verschillende opties heeft de NAM besloten de bestaande transportleiding te repareren middels een pijp-in-pijp constructie. De pijp-in-pijp bestaat uit een met een staal versterkte kunststof transportleiding, die door de bestaande metalen transportleiding wordt getrokken, de zogenaamde FCP. Deze nieuwe kunststof transportleiding (binnen de bestaande transportleiding) is corrosiebestendig. De ruimte tussen de nieuwe kunststof en de oude stalen transportleiding zal worden opgevuld met stikstof en

de druk zal continu worden gemonitord. Mocht de nieuwe kunststof transportleiding onverhoopt toch gaan lekken dan zal dit worden opgemerkt door de druksensoren die drukverandering in de tussenruimte meten. Het watertransport kan dan direct worden stilgelegd. De oude transportleiding fungeert als een extra mantel waardoor het injectiewater niet kan lekken naar de bodem. SodM zal toezien dat de transportleiding pas weer in gebruik wordt genomen nadat is aangetoond dat dit veilig kan gebeuren. Hiermee is het mogelijk productiewater opnieuw te transporteren naar de injectielocaties van Rossum-Weerselo.



Figuur 4.9: Pijp in pijp aanpassing van transportleiding.

Met de nieuwe kunststofleiding is het transport van productiewater tot aan ROW Centraal bestand tegen corrosie onder invloed van bacteriegroei. Voor verder transport naar andere injectielocaties geldt dit nog niet. Ook de injectieputten zelf moeten nog beschermd worden, zodat het wenselijk blijft anticorrosie middelen aan het productiewater toe te voegen.

#### Nieuwe situatie voor afvoer productiewater

De pijp-in-pijp constructie reparatie wordt in het begin van 2016 uitgevoerd. Na uitgebreide controle van de transportleiding, kan deze na akkoord door SodM in gebruik worden genomen. Daarmee kan de olieproductie van Schoonebeek weer op gang kan komen. SodM zal aangegeven wat de gewenste meefrequentie is voor controle van de integriteit van de transportleiding.

Door de reparatie van de bestaande watertransportleiding van De Hulte naar Rossum Weerselo met behulp van de pijp-in-pijp methode is de capaciteit van de transportleiding afgenomen. Deze beperking van de diameter veroorzaakt een afname van de capaciteit, zodat maximaal circa 3.000 m<sup>3</sup> productiewater per dag kan worden getransporteerd. Dit geeft tevens een limiet aan de hoeveelheid oliewinning.

Er komt na de herstart van de olieproductie in Schoonebeek zodoende minder water naar de injectieputten. Het lege gasveld van Rossum Weerselo heeft van alle injectievelden in Twente verreweg de grootste opnamecapaciteit. Dit is meer dan voldoende voor de hoeveelheid water die de eerste jaren door de gerepareerde hoofdleiding stroomt. Daarom is er door NAM voor gekozen om vooralsnog de injectie te beperken tot het Rossum Weerselo veld.

Als onderdeel van de huidige herafweging zal duidelijk moeten worden of de overige lege gasvelden (Tubbergen en Tubbergen Mander) nog in beeld blijven voor toekomstig gebruik van waterinjectie. Voordat deze gasvelden weer benut kunnen worden, zal voor de transportleidingen vanaf Rossum Weerselo Centraal nagegaan worden of hier geen risico op lekkage is, anders dienen deze transportleidingen vervangen te worden.

#### 4.2.2 Scheuren in huizen nabij injectielocatie

##### Situatie bij de Tramweg

In de directe omgeving van de injectielocatie Rossum Weerselo 2 bevindt zich een aantal woningen langs de Tramweg. Bewoners van deze woningen hebben aangegeven dat er drie problemen zijn bij hun huizen, die mogelijk gerelateerd kunnen zijn aan de waterinjectie door de NAM:

- Scheurvorming in woningen
- Verhoogde grondwaterstanden en daardoor water in kruipruimten
- verontreinigingen in grondwater

In overleg met de gemeente Dinkelland heeft de NAM onderzoek laten doen naar de specifieke situatie nabij de Tramweg, uitgevoerd door Arcadis. De bevindingen van Arcadis zijn gedeeld met gemeente en bewoners en vervolgens publiekelijk bekend gemaakt. Dit laatste was vooral ingegeven door het feit dat de bewoners hun zorgen via de media hadden geuit en het vraagstuk daarmee aanleiding was voor aandacht in de pers en bij politieke partijen. Onderstaand wordt een overzicht gegeven van de bevindingen van het onderzoek van Arcadis [Ref. Arcadis, 2015].

##### Bevindingen onderzoek naar scheuren in huizen Tramweg

Het onderzoek heeft alle scheuren in de onderzochte woningen langs de Tramweg afzonderlijk in beeld gebracht. Er is gekeken naar de bouwkundige staat van de huizen, naar de fundering en naar de ondergrond waar de huizen op staan. Onderzoek van de ondergrond geeft aan dat de bodem ter plaatse zeer wisselend van opbouw is. Er zijn delen zandgrond en delen kleigrond en die verschillende grondsoorten komen zelfs door elkaar op de percelen voor. Als gevolg hiervan staat soms een deel van een huis op zand en een andere deel op klei. De werking van die grondsoorten in combinatie met wisselende (ondiepe) grondwaterstanden is verschillend. Dit kan zorgen voor verzakkingen als het huis niet goed gefundeerd is.

Uit bouwkundig onderzoek blijkt dat sommige huizen verbouwd zijn of uitgebreid, waarbij het extra gewicht onvoldoende door de bestaande fundering onder het huis is opgevangen. Het onderzoek van Arcadis geeft aan dat de scheurvorming verklaard kan worden door de lokale bodemgesteldheid en de wijze van bouwen die is toegepast. Een causaal verband met de waterinjectie of eerdere aardgaswinning is hierbij niet aangetroffen.

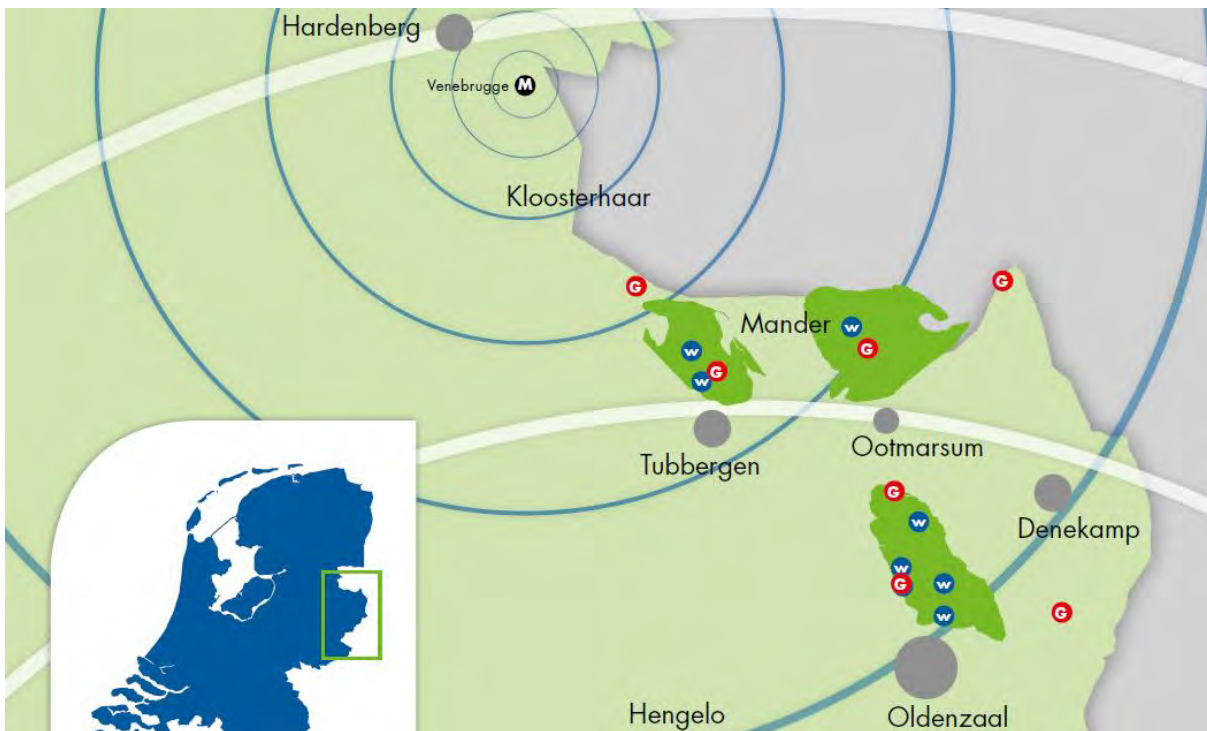
##### Bevindingen onderzoek naar wateroverlast bij de huizen van de Tramweg

Onderzoek naar de samenstelling van het water in de kelders en kruipruimte wijst uit, dat het hier gaat om zoet water, afkomstig van neerslag (regenwater). Er is geen zout productiewater aangetroffen onder woningen. Ondiepe kleilagen in de bodem zorgen er voor dat overtollige neerslag niet makkelijk in de ondergrond infiltreert. Hierdoor ontstaan ondiep hoge grondwaterstanden.

Hoewel er geen causaal verband is aangetoond tussen de activiteiten van NAM en de klachten van de bewoners, zal NAM bijdragen aan het realiseren van een waterhuishoudkundige oplossing, zodat dit in de toekomst niet meer optreedt.

#### Bevindingen ten aanzien van trillingen of aardbevingen (plaatsen van geofoons)

Naast het bouwkundig onderzoek van Arcadis waaruit blijkt dat scheurvorming door variatie in de lokale bodemgesteldheid en waterhuishouding is ontstaan, is het ook van belang duidelijkheid te krijgen in hoeverre er aardbevingen zouden kunnen optreden of reeds zijn opgetreden als gevolg van waterinjectie. Aardbevingen worden landelijk geregistreerd door het KNMI.



Figuur 4.10: Ligging nieuwe geofoons bij de oude gasvelden (aangegeven in donker groen). De rode stippen met 'G' geven de nieuwe KNMI gefoonposities aan. De blauwe stippen met een 'W' zijn de waterinjectielocaties. De zwarte stip met een 'M' geeft de ligging van het oorspronkelijke KNMI meetstation weer. De cirkels zijn indicatieve waarnemingsgrenzen getekend vanuit bestaande KNMI-meetstations (de cirkels geven aan, hoe dichterbij des te nauwkeuriger de waarneming is).

Het KNMI heeft sinds 1974 een meetstation nabij Hardenberg, waarmee aardbevingen geregistreerd kunnen worden. In de periode vanaf 1974 tot heden hebben de gaswinning en de laatste jaren de waterinjectie in Twente, niet geleid tot geregistreerde aardbevingen. Daarbij moet opgemerkt worden dat de beschikbare meetstations van het KNMI op zodanige afstand van de injectielocaties staan dat alleen aardbevingen met een kracht boven 1,5 op de schaal van Richter meetbaar zijn. Deze minimum limiet is door het KNMI ingesteld omdat daarmee in ieder geval alle aan het oppervlak voelbare bevingen (doorgaans vanaf een magnitude 2,0 of hoger) geregistreerd zullen worden. Dit betekent dat er geen sluitende antwoorden te geven zijn over de vraag of er zich aardbevingen zouden kunnen hebben voorgedaan met een kracht van minder dan 1,5 op de schaal van Richter. Echter, het netwerk is wel van een zodanige aard dat gesteld kan worden dat er zich sinds 1974 geen voelbare bevingen in Twente hebben voorgedaan.

NAM heeft in overleg met het SodM en KNMI besloten om aanvullend geofoons in de regio Twente te plaatsen, als onderdeel van het "protocol seismische activiteit" dat deel uitmaakt van het waterinjectiemanagementplan. Met de geofoons wordt met grote nauwkeurigheid vastgesteld of er

(kleinere) aardbevingen plaatsvinden. In het verlengde van de aardbevingen in Groningen is duidelijk geworden dat het van belang is tevens de grondversnelling te meten, als indicatie van mogelijke schade. Bij de monitoring worden daarom grondversnellingen eveneens gemeten. De meetstations zijn identiek aan die van Groningen.

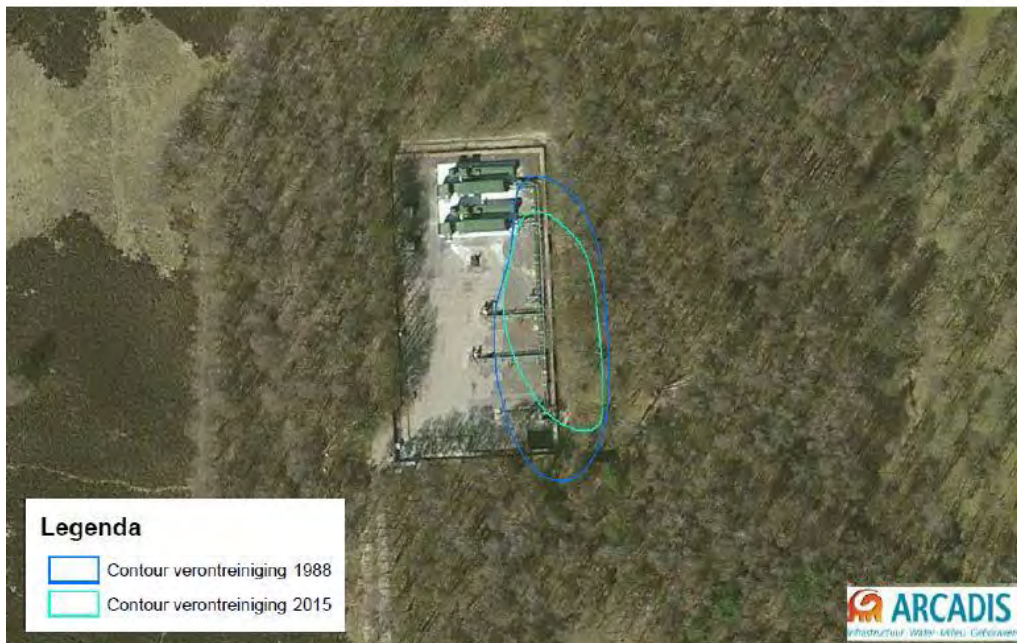
Indien dit het geval is, kan hiermee de bron van deze aardbevingen worden gelokaliseerd. Hiervoor is er begin 2016 een netwerk van 7 aanvullende geofoons geplaatst in de regio Twente en overgedragen aan het KNMI (zie figuur 4.10).

#### 4.2.3 Historische bodemverontreiniging bij waterinjectielocaties

De huidige waterinjectielocaties zijn in het verleden gebruikt als gaswinlocaties. In deze periode zijn bij meerdere NAM-locaties bodemverontreinigingen opgetreden. Voor deze bodemverontreinigingen is de provincie Overijssel het bevoegd gezag. De NAM heeft de bodemverontreinigingen in beeld gebracht en per situatie een saneringsplan opgesteld, in overleg met de provincie Overijssel.

Uit de periode van gaswinning bestaat ter plaatse van de Tubbergen 7 locatie nog een bodemverontreiniging. Deze bodemverontreiniging is gerelateerd aan de uitgevoerde boringen op deze locatie in de periode van 1950 tot eind jaren '70. Sinds beëindiging van de gaswinning heeft er overleg plaatsgevonden met het bevoegd gezag (de provincie Overijssel) over hoe en wanneer sanering zal plaatsvinden. Hierbij was het de inschatting van alle partijen dat de saneringsurgentie laag is omdat, op basis van metingen in pijlbuizen was aangetoond dat de verontreiniging zich niet verder verspreidt en op korte termijn geen invloed heeft op gezondheid en veiligheid van mens, dier en natuur.

### Situatiekaart NAM-locatie Tubbergen-7 (verontreinigingscontouren 1988 en 2015)



Figuur 4.11: Ligging van de verontreinigingscontouren bij de locatie Tubbergen 7.

## Situatiekaart NAM-locatie Tubbergen-7 (grondwaterbeschermings- en intrekgebieden)



Figuur 4.12: Afstand vanaf de locatie Tubbergen 7 tot het intrekgebied van de waterwinning.

Zoals uit bovenstaande figuur blijkt is de bodemverontreiniging bij de waterinjectielocaties niet gerelateerd aan de huidige waterinjectieactiviteiten. Hoewel de recente rapportage aangeeft dat de verontreinigingscontour bij de TUB-7 locatie sinds 1988 kleiner is geworden (Figuur 4.11), heeft de provincie Overijssel op basis van de aangeleverde rapportage aan de NAM aangegeven, dat de verontreiniging nu toch als ernstig en spoedeisend wordt gekwalificeerd. De verontreiniging levert geen risico's op voor mens en milieu maar de NAM-locatie bevindt zich in het Natura 2000 gebied Springendal en Dal van de Mosbeek. De provincie Overijssel heeft met de NAM afgesproken dat in 2017 wordt begonnen met de vervolgsanering.

### 4.2.4 Controle integriteit van de injectieputten

De NAM voert periodiek controle uit op de putten, waarbij wordt gecontroleerd op de dikte van de stalen putwand en de integriteit van de cementlaag aan de buitenzijde van de put. Dit heeft onder meer plaatsgevonden bij de injectielocatie Tubbergen-7. Hier zijn eind 2013 een aantal controlemetingen gedaan waarvan de resultaten niet direct verklaard konden worden. De metingen konden wijzen op corrosie van de putwand. Naar aanleiding daarvan zijn twee putten (TUB-7 en TUB-10) preventief uit bedrijf genomen door NAM voor nader onderzoek en mogelijk onderhoud of reparatie.

Uit het onderzoek is gebleken dat de waarnemingen geen onregelmatigheden betroffen, maar specifieke onderdelen van de oorspronkelijke constructie van de buiswand aangaven. Er was geen sprake van aantasting van de buiswand en daarmee geen risico op lekkage.

SodM heeft inmiddels bevestigd dat de door NAM uitgevoerde onderzoeken naar de technische staat van de waterinjectieputten kloppen en dat er geen sprake is geweest van lekkages. Daarnaast neemt de NAM de aanbevelingen van SodM over om vaker controles van de putten uit te voeren. NAM heeft aangegeven

dat deze resultaten gerapporteerd worden aan SodM. Hiermee zijn de gegevens tevens publiekelijk beschikbaar.

#### 4.2.5 Bevindingen en conclusies

Uit bovenstaande beschrijving blijkt dat de NAM een aantal gerichte onderzoeken heeft uitgevoerd naar de zorgpunten in de regio. Deze onderzoeken zijn publiekelijk gemaakt en de bevindingen zijn gedeeld met betrokkenen. Uit de onderzoeken blijkt dat er geen relatie is tussen schade en bodemverontreiniging en de waterinjectie. Onderzoek aan de injectieputten geeft aan dat deze voldoen aan de gestelde eisen. Aansluitend heeft NAM aangegeven bij te willen dragen aan het verhelpen van de grondwaterproblematiek nabij de waterinjectielocatie Rossum Weerselo.

De belangrijkste aandachtpunten uit bovenstaande gebeurtenissen zijn:

- Inspectie en monitoring van transportleiding verbeteren, om te voorkomen dat in de toekomst lekkages optreden.
- Versnelling opruimen verontreinigingen uit de periode van de gaswinning bij de locaties.
- Plaatsing van geofoons om eventueel aardbevingen te registreren.
- Transparantie betrachten bij activiteiten en goede communicatie naar omwonenden, zodat kans op misverstanden zo klein mogelijk is

### 4.3 Overige (inter)nationale ervaringen

Injectie van productiewater is wereldwijd en in Nederland een al lang toegepaste verwerkingswijze. De NAM en andere operators passen dit al tientallen jaren toe, zodat er veel ervaring is opgedaan met waterinjectie. Ook in andere landen vindt waterinjectie plaats, waarbij soms problemen ontstaan die aandacht krijgen in de media. Onderstaand wordt een overzicht gegeven van de huidige toepassingen van waterinjectie en de bevindingen die voor dit onderzoek van belang zijn.

#### 4.3.1 Waterinjectie in Nederland

Bij alle olie- en gaswinning ontstaat in meer of mindere mate productiewater. Bij de winning op zee (offshore) was het de gewoonte het productiewater na een zuiveringsstap in zee te lozen. Inmiddels vindt hier ook op meerdere plaatsen waterinjectie plaats, bij voorkeur in het reservoir waaruit de olie of gas wordt gewonnen. Bij winning op land (onshore) wordt het productiewater direct terug gebracht in het reservoir of verzameld en gezamenlijk via waterinjectie opgeslagen.

Bij waterinjectie treedt geen bodemdaling op, aangezien het geïnjecteerde water er voor zorgt dat de druk in het reservoir weer toeneemt, waardoor geen verdere compactie van de bodemlagen optreedt. In Nederland heeft zich één aardbeving voorgedaan welke mogelijk veroorzaakt is door waterinjectie. Deze beving vond plaats op 26 november 2009 bij het Stellingwerf gasveld van Vermilion in Friesland, met een kracht van 2,8 op de schaal van Richter. Het KNMI rapporteert dat er geen direct verband is aangetoond tussen de waterinjectie en de beving, maar gezien de coïncidentie tussen beide er mogelijk wel een relatie bestaat. Deze conclusie is door SodM bevestigd. [Ref. Minister Kamp 24 maart, 2015 antwoord op vragen van lid van Tongeren van 22 januari 2015].

#### Waterinjectie activiteiten van de NAM en overige operators in Nederland

De NAM past waterinjectie toe op verschillende locaties. Op land wordt er gebruik gemaakt van 19 injectieputten, inclusief de 11 putten in Twente. Sinds het begin van de gasproductie uit het Groningen gasveld in 1963 is er ook een aanzienlijke hoeveelheid water meegeproduceerd. Om dit water af te voeren is in 1972 een begin gemaakt met het teruginjecteren van het water in de diepe ondergrond. Dit vindt in de provincie Groningen plaats vanaf de locatie Borgsweer met behulp van twee injectieputten. Er wordt hierbij eveneens meegeproduceerd water uit kleine gasvelden elders in Noord Nederland geïnjecteerd. De hoeveelheid te injecteren water is afhankelijk van de mate van gaswinning, en bedraagt circa 0,5 miljoen m<sup>3</sup> per jaar (Schoonebeek verwacht circa 3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar, dus aanzienlijk meer). In zuidoost Drenthe vindt waterinjectie plaats bij Schoonebeek SCH313 in het Schoonebeek Gas reservoir. Eerder heeft waterinjectie plaatsgevonden in Dalen en Coevorden. In West Nederland vindt waterinjectie plaats bij Pernis, bij Rotterdam voor de stimulatie van oliewinning.

De overige operators maken eveneens gebruik van waterinjectie. Voor zover bekend betreft dit 5 injectieputten.

#### Randvoorwaarden bij waterinjectie

De waterinjectie Borgsweer vindt plaats in het Groningerveld, dat zodanig groot is, dat het injecteren van water geen belemmering oplevert voor de gasproductie. Bij Rotterdam wordt de waterinjectie toegepast voor verbeterde olieproductie. In Nederland vindt waterinjectie echter vooral plaats in leeg geproduceerde gasvelden. Dit zijn gesteentelagen waar in de poriën oorspronkelijk aardgas en formatiewater heeft gezeten, en waar nu water kan worden opgeslagen. De oorspronkelijke druk in het gasveld is door de gaswinning aanzienlijk gedaald. Bij waterinjectie neemt de druk in het veld weer toe, maar niet tot boven de oorspronkelijke druk. Hierdoor blijft er een onderdruk in het reservoir bestaan ten opzichte van de directe omgeving, waar nog wel de oorspronkelijke druk aanwezig is. Dit voorkomt dat het water uit het



reservoir stroomt. Door de lagere druk wordt de bovenliggende afdichtende laag niet aangetast. Zodra een reservoir tot de maximaal toegestane druk is gevuld, wordt de waterinjectie beëindigd.

#### **Zorgpunt ten aanzien van zoutlagen**

Een deel van de waterinjectie in Nederland vindt plaats in formaties die zich nabij zoutlagen bevinden, vooral het Zechstein. Hierdoor zijn er zorgen geuit over het eventueel oplossen van delen van de zoutlaag in het geïnjecteerde water. Bij iedere nieuwe waterinjectie, met als doel de opslag van het geïnjecteerde water, zal moeten worden aangetoond dat oplossing van zoutlagen beperkt is en geen risico vormt.

### **4.3.2 Ervaringen met waterinjectie in het buitenland**

Ervaringen met waterinjectie uit het buitenland geven aan dat er wel degelijk problemen kunnen ontstaan. De berichten hebben deels betrekking op de schaliegaswinning in de Verenigde Staten. Hiervoor wordt water onder hoge druk in schaliegesteente geïnjecteerd ten behoeve van schaliegaswinning. Een deel van dit water komt weer terug naar het oppervlak. Dit afvalwater wordt in sommige gevallen in waterlagen (aquifers) geïnjecteerd. Beide vormen van waterinjectie vinden onder verhoogde drukcondities plaats, waardoor de druk in de ondergrond toeneemt tot boven de oorspronkelijke druk. Deze hogere drukken kunnen vervolgens leiden tot aardbevingen en waterlekkage.

Enkele nieuwsberichten die hieraan gerelateerd zijn:

- In de VS is het aantal aardbevingen met een factor 4 toegenomen sinds afvalwater in de grond wordt geïnjecteerd;
- Berichten dat geïnjecteerd water van de schaliegaswinning in drinkwateraquifers is gekomen.

In Nederland is sprake van een fundamenteel andere situatie. Het productiewater wordt alleen in gasvelden geïnjecteerd, waar eerst de druk verlaagd is als gevolg van de gaswinning. De druk herstelt zich hierdoor juist en neemt niet toe tot boven de oorspronkelijke druk. Dit verlaagt het risico op aardbevingen en waterlekkage aanzienlijk.

#### **Onderzoek in Verenigde Staten**

Naar aanleiding van problemen bij waterinjectie is er in de Verenigde Staten onderzoek uitgevoerd naar omstandigheden waaronder waterinjectie kan leiden tot aardbevingen. In het Amerikaanse onderzoek [Ref. Weingarten, 2015] zijn verschillende waterinjectieprojecten in Amerika met elkaar vergeleken. Daarbij werd een relatie gezien tussen de hoeveelheid geïnjecteerd water en de kans op aardbevingen. Als stelregel werd daarbij geconcludeerd dat het verstandig is per put minder dan 300.000 barrel afvalwater per maand te injecteren. Aangezien een barrel overeenkomt met 159 liter, zou dit betekenen dat per put niet meer dan 47.700 m<sup>3</sup> per maand (circa 2.000 m<sup>3</sup> per put per dag) kan worden geïnjecteerd. In Nederland wordt geen grens aangehouden voor het maximale injectie volume per put. Vanuit SodM en EZ is als reactie op het Amerikaanse onderzoek gewezen op het verschil in omstandigheden. Vooral het feit dat in Nederland alleen in (voormalige) olie-gasvelden wordt geïnjecteerd, met als eis dat daarbij de oorspronkelijke reservoirdruk niet overschreden mag worden, wordt als een belangrijk verschil gezien.

### **4.3.3 Ervaringen met zoutwinning**

#### **Olielekkage en 'sinkholes' in Duitsland**

Ander gebruik van de ondergrond, waaronder zoutwinning, laat eveneens zien dat het gebruik van de ondergrond zorgvuldig moet plaatsvinden, om ongewenste situaties te voorkomen. Een aantal voorbeelden:

*In 2015 stroomden net over de grens in Duitsland bij Amtsvenn duizenden liters olie uit een zoutkoepel in een natuurgebied*

In dat gebied worden verschillende zoutkoepels gebruikt voor de strategische opslag van olie. Uit één van de koepels is olie gelekt, waardoor 10 koeien ziek zijn geworden en afgemaakt. Het bleek dat niet de koepel zelf, maar het boorgat heeft gelekt. De opslag van olie in zoutkoepels is niet vergelijkbaar met de opslag van productiewater in lege gasvelden. Dit incident heeft daarom geen betrekking op de waterinjectie in Twente, maar het laat wel duidelijk zien dat activiteiten in de diepe ondergrond zorgvuldig uitgevoerd dienen te worden.

*In het Duitse Thüringen zakte in 2010 en in 2016 de bodem zeer lokaal enkele meters naar beneden. Dit zijn zogenaamde “zinkgaten”*

Het gebied aan de zuidrand van de Harz staat bekend als de “Gipskarst”. Dit houdt in dat er in de directe ondergrond zich grotere hoeveelheden gips bevinden, die plaatselijk op kunnen lossen (karstificatie) en grotten vormen. Dergelijk grotten kunnen instorten. Dat is een bekend fenomeen in dit gebied en is op deze plek al eerder gebeurd. De opbouw van de ondergrond op die locatie in Duitsland kent geen enkele overeenkomst met die van Twente.

De geologie van dit gebied verschilt sterk van de situatie in de oude gasvelden in Twente. Het vergelijkbare Zechstein kalk/anhydriet/zout pakket in Twente ligt bij de injectieputten op meer dan 1000m diepte, maar ligt in Duitsland aan de oppervlakte (het anhydriet/gips wordt in groeves gewonnen). Het anhydriet in Twente is in de diepe ondergrond vanwege de hoge druk stabiel en onoplosbaar, maar kan zich aan de oppervlakte omvormen (waarbij het tot 60% kan uitzetten) tot gips dat wel oplosbaar is (met karstificatie tot gevolg).

In de Twentse situatie is het anhydriet dus een onoplosbare laag die tussen het kalkgesteente (waar waterinjectie plaatsvindt) en het zout zit. Het oplossen van zout is daarbij dus niet aan de orde. In Twente is een dergelijke situatie van een zinkgat alleen denkbaar in het geval van zoutwinning in cavernes die dicht aan het oppervlak liggen. Dit is bijvoorbeeld gebeurd bij Hengelo in 1991 waar een zinkgat is ontstaan boven een oude zoutcaverne.

#### **4.3.4 Belangrijkste conclusies ervaringen buitenland**

De ervaringen in het buitenland met waterinjectie leiden tot de volgende conclusies:

- Maximale druk in de ondergrond aanhouden en niet boven de oorspronkelijke reservoirdruk komen;
- Injecteer niet in actieve breukzones;
- Voorkom direct contact met zoutlagen en de mogelijkheid dat deze oplossen.

Dit zijn in de Nederlandse context onderkende, mogelijke effecten, waar het Nederlands beleid en het toezicht al op gericht zijn.

#### **4.3.5 Olie- en gaswinning in de grensstreek met Duitsland**

Het olieveld Schoonebeek en het gasveld Tubbergen bevinden zich zowel onder Nederlands als onder Duits grondgebied. Bij het onderzoek van mogelijkheden aan de Nederlandse kant van de grens ligt het voor de hand na te gaan wat er aan de Duitse kant van de grens gebeurt. Vindt er waterinjectie plaats aan de Duitse kant van de grens? Hebben de activiteiten aan de Nederlandse kant van de grens invloed op Duits grondgebied? Kan er gekomen worden tot een gemeenschappelijke aanpak van het waterinjectie vraagstuk?

### Schoonebeek

Het olieveld Schoonebeek houdt niet op bij de landsgrenzen. Dit olieveld strekt zich ook uit tot in Duitsland. De oliewinning uit dit grote olieveld wordt in Nederland uitgevoerd door NAM en in Duitsland door drie andere olie- en gasbedrijven (EMPG, ENGIE en Wintershall).

Zowel in Nederland als Duitsland is het principe qua oliewinning gelijk. Water wordt gebruikt om stoom te maken en het vrijgekomen water na de olieproductie wordt weer geïnjecteerd in een veilige plek in de diepe ondergrond. Dit is zowel in Nederland als Duitsland vastgelegd in specifieke wet- en regelgeving.

### Hoge druk en lage druk voor stoominjectie

De oliewinning in Duitsland vindt evenals in Nederland plaats met behulp van stoominjectie. In Duitsland wordt gebruik gemaakt van stoominjectie onder hoge druk. Hierbij is de injectiedruk van het stoom boven 100 bar, tot circa 140 bar. Bij Schoonebeek is er voor gekozen een veel lagere druk aan te houden, van 25 tot 40 bar. Als gevolg hiervan kan stoominjectie bij Schoonebeek alleen plaatsvinden bij een relatief lage reservoirdruk, terwijl de stoominjectie aan de Duitse kant van de grens ook bij een hogere reservoirdruk mogelijk is.

### Stoomproductie

In Duitsland worden twee verschillende technieken van stoomproductie toegepast:

- Men pompt lokaal grondwater omhoog en maakt daar stoom van;
- Men gebruikt een klein deel van het productiewater dat vrijkomt bij de oliewinning, zuivert gedeeltelijk dat water tot stoomkwaliteit en injecteert het resterende water weer terug in de diepe ondergrond.

### Waterinjectie in Duitsland

In Duitsland is waterinjectie de gebruikelijke manier om het water af te voeren. De restzouten, mineralen en andere stoffen die vrijkomen bij de olieproductie en stoomproductie, worden samen met mijnbouwhulpstoffen en het productiewater weer in de diepe ondergrond geïnjecteerd. Zowel in Nederland als in Duitsland worden de meegekomen zouten en mineralen uit de bodem dus met het water teruggevoerd naar de diepe ondergrond. In het Duitse deel van het Schoonebeekveld wordt het geproduceerde water over het algemeen geïnjecteerd in hetzelfde reservoir waaruit het water afkomstig is. In Nederland is dit bij Schoonebeek niet het geval.

- EMPG Rühlermoor geeft aan dat er een scheiding van olie en water plaatsvindt, waarna het productiewater zonder verdere zuivering wordt geïnjecteerd. Voor de stoomproductie wordt zoet water gebruikt.
- Ook Engie (voormalig GDF) injecteert water afkomstig uit de oliewinning zonder zuivering in het Bentheim zandsteen (reservoir gesteente van Schoonebeek olie).
- Bij Wintershall/Emmlichheim wordt middels evaporatie schoon water uit het productiewater onttrokken voor de productie van stoom. De met dit proces gevormde brijn wordt samen met het overige productiewater in de diepe ondergrond geïnjecteerd.

In Duitsland spreekt men van Salzwasser waar in Nederland de term injectiewater wordt gebruikt voor dezelfde waterstroom (ook wel afvalwater genoemd).

### Samenwerking Nederland en Duitsland bij verwerken geproduceerde olie

De in Duitsland geproduceerde olie is qua samenstelling vergelijkbaar met de olie aan de Nederlandse kant van de grens. Bij de herstart van de oliewinning in Schoonebeek is besloten de geproduceerde olie per ondergrondse transportleiding naar de raffinaderij in Duitsland te sturen, waar de geproduceerde olie vanuit het Duitse deel van het olieveld ook verwerkt wordt.

**Afvoer productiewater naar Duitsland**

Transport van het productiewater vanuit Schoonebeek naar de Duitse kant van de grens is onderzocht. Dit heeft juridische complicaties doordat productiewater een vorm van afvalwater is, waarvoor strikte regels gelden. Er zijn ook praktische aspecten, vooral doordat de ruimte in reservoirs in Duitsland beperkt is. Hierdoor is er ook een omgekeerde vraag ontstaan, in hoeverre het mogelijk is water vanuit Duitsland in Nederlandse lege gasvelden op te slaan.

**Twentevelden - Tubbergen**

Het Tubbergenveld in Twente bevindt zich gedeeltelijk onder Nederlands en gedeeltelijk onder Duits grondgebied. Het veld zelf is opgebouwd uit verschillende reservoirs, op verschillende diepten. Op 1.300 tot 1.800 meter diepte bevindt zich het Zechstein reservoir. Vanuit Nederland vindt hierin waterinjectie plaats. Op grotere diepte, van 2.100 tot 2.400 meter bevindt zich het Carboon reservoir. Deze reservoirs staan onderling niet in verbinding, waardoor het mogelijk is dat vanuit Duitsland nog gaswinning plaatsvindt uit het Carboon reservoir terwijl vanuit Nederland waterinjectie is gestart in het Zechstein reservoir.

**Grensoverschrijdende effecten – Espoo verdrag**

Kern van het Espoo verdrag is dat, in het geval van mogelijke grensoverschrijdende milieugevolgen, het publiek en autoriteiten in het buurland op dezelfde wijze en tijd worden betrokken bij de m.e.r.-procedure als de autoriteiten en het publiek in het eigen land.

Het injectiereservoir bevindt zich gedeeltelijk in Nederland en gedeeltelijk in Duitsland. Dat betekent dat het geïnjecteerde water vanuit Nederland zich wellicht op ruim 1.300 meter diepte tevens tot onder Duits grondgebied heeft verplaatst. Hierover zijn afspraken gemaakt tussen de operators aan de Nederlandse en Duitse kant van de grens. De operators hebben dat in hun eigen land met de bevoegde gezagen afgestemd. Ten aanzien van de Espoo verplichting heeft er in het MER onderzoek plaatsgevonden naar de milieueffecten in de biosfeer. De milieueffecten bevinden zich in de directe omgeving van de waterinjectie locaties Tubbergen. Hier treedt geen grensoverschrijdend effect op, zoals bij de vergunningaanvraag is aangegeven.

Voor de herafweging zal bij de verschillende oplossingsrichtingen tevens rekening gehouden moeten worden met mogelijke grensoverschrijdende effecten.

#### 4.4 Belangrijkste bevindingen

De belangrijkste verschillen tussen de olieproductie en waterinjectie zoals beschreven in het MER van 2006 en de huidige praktijk tot 2015 worden onderstaand samengevat. Vervolgens wordt aangegeven tot welke nieuwe inzichten dit leidt. De nieuwe aandachtspunten worden verder uitgewerkt in hoofdstuk 6.

De beschreven bevindingen zijn afkomstig van de NAM, zoals door de NAM geregistreerd in haar monitoringsprogramma's en gerapporteerd aan de bevoegde gezagen. De monitoring bevat op hoofdlijnen de volgende relevante programma's:

- Monitoring van de oliewinning, waarbij voor de herafweging vooral gegevens met betrekking tot de productie van olie, water en gas relevant zijn.
- Monitoring van het watertransport, waarbij de waterkwaliteit en het debiet worden bijgehouden. Apart wordt periodiek de watertransportleiding gemeten.
- Monitoring van de waterinjectie als onderdeel van het Waterinjectie Management Plan, met onder meer meting van het waterinjectiedebiet, putmetingen (druk, staal dikte, bodem diepte, injectie testen). Het jaarlijkse monitoring waterkwaliteit injectiewater Twente beschrijft het monitoringsprogramma en de metingen. In bredere zin wordt in de Technical evaluation of Twente water injection wells ROW3, ROW4, ROW7, ROW9, TUB7 and TUB10 3 years after start of injection, begin 2015 gerapporteerd over de monitoringsresultaten.
- Monitoring van seismische activiteit, zoals aardbevingen, waarvoor een Addendum Waterinjectie Management Plan is opgesteld met een Protocol seismische activiteit

De NAM rapporteert over de oliewinning Schoonebeek op jaarbasis aan SodM, en op 3 jaarlijkse basis aan de provincie Overijssel en SodM specifiek over de waterinjectie.

##### 4.4.1 Vergelijking met MER 2006 en vergunningen

###### De totale periode van oliewinning wordt verlengd

De oliewinning is vertraagd op gang gekomen, met een lagere productie dan voorzien. Sinds juni 2015 is de oliewinning gestopt, tot de transportleiding is hersteld. Daarna zal de oliewinning een aantal jaar met lagere productie draaien door de beperkte waterafvoermogelijkheden. Dit heeft als gevolg dat de periode waarin oliewinning plaatsvindt aanzienlijk langer wordt dan oorspronkelijk voorzien. Het is de verwachting dat de oliewinning wordt voortgezet tot circa 2050.

###### Oliewinning, verspreiding warmte in het oliereservoir

De verspreiding van warmte door stoom in het oliereservoir verloopt trager dan verwacht. Hierdoor is minder stoominjectie mogelijk. Er ontstaan lokaal hogere temperaturen door de hoge injectiedruk. Dit heeft tot gevolg dat:

- De hoge temperaturen in het reservoir leiden tot meer H<sub>2</sub>S-vorming, wat met het oliewatermengsel wordt meegeproduceerd
- De productie van olie (en water) aanzienlijk lager is dan voorzien

Het bij de winputten geproduceerde gas en vloeistoffen bevat meer H<sub>2</sub>S dan voorzien. Om de leidingen van het olieveld Schoonebeek te beschermen tegen H<sub>2</sub>S-aantasting wordt gebruik gemaakt van H<sub>2</sub>S-binder.

### Waterkwaliteit

De waterkwaliteit wijkt enigszins af van datgene wat is aangenomen in het MER en in de vergunningsaanvraag:

- Het productiewater bevat iets meer toluen, CO<sub>2</sub> en HCO<sub>3</sub> (bicarbonaat) dan voorzien in het MER.
- Voor de samenstelling van het productiewater is aangegeven in het MER, dat de concentraties aan chemicaliën geleidelijk lager worden, door de verdunning van het formatiewater met condenswater. Deze afname geldt echter niet voor de opgesloten zure gasen (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S), koolwaterstoffen (olie en BTEX), en mijnbouwhulpstoffen.

### Watertransport

De watertransportleiding vanaf de Hulte naar Rossum is op meerdere plaatsen aangetast door de bacteriologische ontwikkeling met één lekkage als gevolg. Deze versnelde corrosie was niet voorzien in het MER. Na de pijp in pijp reparatie zal de watertransportleiding weer operationeel zijn, maar met kleiner debiet.

### Waterinjectie

Waterinjectie in zandsteenformaties uit het Carboon blijkt met een veel kleiner debiet plaats te vinden dan verwacht. Om het productiewater te kunnen opslaan, zijn vanaf het begin van de oliewinning aanvullend de Tubbergen reservoirs nodig. Dit is een versnelling ten opzichte van het MER in 2006, dat slechts in Rossum Weerselo en Tubbergen Mander voorzag, maar in overeenstemming met de vergunningsaanvragen van 2010.

Het totale watervolume dat in de Twentevelden kan worden opgeslagen is aanzienlijk lager dan eerder voorzien, waardoor aanvullende reservoirs nodig zijn om alle productiewater op te slaan.

In het MER is het alternatief injectie onder fracking condities onderzocht, dus met hogere druk. Bij de vergunningsaanvragen is hier al vanaf gezien. In de praktijk vindt geen waterinjectie onder fracking condities plaats.

## 4.4.2 Aandachtspunten voor toekomstige opties

Uit de bovenstaande bevindingen blijkt, dat het niet mogelijk is zonder verdere aanpassingen de oliewinning Schoonebeek voort te zetten. De belangrijke aandachtspunten voor de komende periode zijn:

### Aanvullende reservoirs nodig

Het is duidelijk dat de huidig vergunde reservoirs in Twente onvoldoende capaciteit bieden om alle productiewater op te slaan. Er zullen bij voortzetting van de waterinjectie aanvullende reservoirs nodig zijn.

### Aanpassing transportleidingen

In de huidige situatie waarbij de transportleiding is gerepareerd via een pijp-in-pijp constructie, is er onvoldoende capaciteit om de oliewinning volledig te laten functioneren. Dat betekent dat aanvullende aanpassingen aan de transportleidingen nodig zijn om de capaciteit te verhogen.

### Maatregelen tegen H<sub>2</sub>S aantasting van materialen

De opwarming van het oliereservoir zorgt voor meer H<sub>2</sub>S-vorming dan eerder voorzien. Om de leidingen in Schoonebeek hiertegen te beschermen, zijn maatregelen nodig. Het H<sub>2</sub>S dient gebonden te worden, via een H<sub>2</sub>S-binder, waarmee de waterkwaliteit wordt beïnvloed, of door de pijpleidingen in het Schoonebeekveld resistent te maken tegen H<sub>2</sub>S.

## 5 Stap 1c: Juridisch en beleidsmatig kader

Naast de vraag wat kan en wat haalbaar is, ligt de vraag wat toegestaan is. De wet- en regelgeving is bekeken op Europees, rijks, provinciaal en gemeentelijk niveau. Dit zonder de pretentie tot het doen van een volledige juridische analyse. Zo zijn de juridische randvoorwaarden duidelijk waarbinnen de opties uitvoerbaar zijn. Het overzicht met de huidige wet- en regelgeving heeft betrekking op:

- Benodigde vergunningen;
- Europees (afval)beleid;
- Nationaal beleid rond afvalverwijdering en mijnbouw;
- Provinciaal en lokaal beleid.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van datgene wat actueel is. Dit overzicht wordt gelegd naast de huidige vergunningsvoorwaarden voor de NAM bij de waterinjectie Twente. Tot slot wordt ingegaan op nieuw ontwikkeld beleid met betrekking tot benutting van de ondergrond.

### 5.1 Vergunningverlening bij verwerking productiewater

Op de verwerking van productiewater (als afvalstof) is het beleidskader van de Wet milieubeheer en het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP) voornamelijk van toepassing. Omdat de inrichtingen waar de injectie plaats heeft (tevens) mijnbouwwerken zijn als bedoeld in de Mijnbouwwet, zijn delen van die wetgeving ook van toepassing. De afgelopen jaren zijn het beleid en de wet- en regelgeving nader aangescherpt.

De Minister van Economische Zaken bereidt een aanpassing van de Mijnbouwwet voor. Onderstaande is gebaseerd op de huidige Mijnbouwwet. In de herziening van de Mijnbouwwet wordt naar verwachting een zwaardere rol (en adviesrecht) toegekend aan de verschillende regionale en lokale bestuursorganen waar een mijnbouwwerk gepland is.

#### Wabo, één omgevingsvergunning

Door wijzigingen in de wetgeving is de juridische situatie veranderd. Met de komst van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) zijn verschillende milieuvergunningen opgegaan in één omgevingsvergunning met in beginsel één bevoegd gezag. Het Lozingenbesluit bodembescherming is ingetrokken. Voor lozingen in de bodem geldt nu een algemeen verbod in het Activiteitenbesluit milieubeheer, waarvan bij maatwerkvoorschrift van het bevoegd gezag afgeweken kan worden.

Op grond van de huidige regelgeving is de Minister van Economische Zaken het enige bevoegde gezag voor het oprichten, veranderen of in werking hebben van een mijnbouwwerk. De Minister kan bij maatwerkvoorschrift toestaan dat wordt geloosd in de bodem. Bij het verlenen van een dergelijke vergunning, voor het onderdeel ondergronds opslaan van afvalstoffen, is een verklaring van geen bedenkingen (hierna: vvgb) vereist door Gedeputeerde Staten (GS) namens de provincie en een (blijvend) adviesrecht door de betrokken gemeenten.

Het beoordelingskader, en daarmee de mogelijke weigering van een dergelijke verklaring door GS, betreft de bescherming van het milieu.

#### Transport naar Duitsland als mogelijke afvoerroute

Afvalwater mag alleen worden getransporteerd en afgegeven aan een persoon/ bedrijf in Duitsland die volgens de Duitse regelgeving beschikt over een vergunning voor het mogen ontvangen en be-/verwerken van het afvalwater of aan een persoon/ bedrijf die/dat voldoet aan de in Duitsland geldende algemene regels voor het ontvangen be-/verwerken van de betrokken afvalstroom.

De potentiële ontvanger in Duitsland zal naar alle waarschijnlijkheid ook het Duits productiewater verwerken, waardoor het aannemelijk is dat deze partij in het bezit is van die vergunningen. Een kennisgevingsprocedure voor export van afvalstoffen zal deze en andere onderwerpen overzien.

## 5.2 Wet- en regelgeving ten aanzien van waterinjectie

In het kader van de vergunningverlening – en los van eventuele toekomstige wijzigingen via bijvoorbeeld de Omgevingswet of STRONG – wordt getoetst aan de volgende beleidskaders voor nationaal en regionaal beleid:

### Europees afvalbeleid

Van belang bij het Europees beleid zijn de Europese Kaderrichtlijn afvalstoffen (2008/98/EG), de Europese afvalstoffenlijst (beschikking 2001/119) en meer indirect de Stortrichtlijn (99/31/EG, plus beschikking 2003/33/EG) en de EVOA (in geval van export).

Bij het terugvoeren van afvalstoffen die ter plekke uit de bodem afkomstig zijn, moet een duurzaam beheer van deze afvalstoffen worden zeker gesteld en moet voldaan worden aan het Isoleren, Beheersen Controle (IBC) principe. Bijlage A van EU beschikking 2003/33 behorend bij de Richtlijn Storten kent een beoordelingskader gericht op het vaststellen van die integriteit van een ondergrondse opslagvoorziening. De Europese afvalstoffenlijst (EURAL) is op 8 mei 2002 in werking getreden. In de Eural worden circa 800 afvalstoffen benoemd en wordt aangegeven wanneer een afvalstof gevaarlijk is. Het te injecteren water is volgens de Eural in beginsel geen gevaarlijke afvalstof, omdat het te kwalificeren is als “waterig vloeibaar afval dat bestemd is om elders te worden verwerkt” (Eural code 16.10). Daarbij overschrijden de stoffen, die zich in het injectiewater bevinden, de Eural-grenswaarden niet (derhalve 16.10.02). Voor het vaststellen van deze classificatie moeten de maximaal te verwachten concentraties van de stoffen worden getoetst aan de Eural-grenswaarden. Anders gezegd: Eural code 16.10 is een zogenaamde complementaire categorie. Dit is in het MER van 2006 getoetst. Op basis van deze toetsing zijn maximaal vergunde concentraties van potentieel gevaarlijke stoffen opgesteld voor het injectiewater. Het onderzoek in hoofdstuk 4 heeft uitgewezen dat de concentraties aan gevaarlijke stoffen nog steeds voldoen aan de huidige voorwaarden vastgelegd in bijlage III van de Richtlijn voor Gevaarlijke Afvalstoffen. Maar zoals gezegd: injectiewater wordt volgens de Eural niet opgevat als een gevaarlijke afvalstof.

In de CLP Verordening (Classification, Labelling and Packaging) zijn de bepalingen vastgelegd voor de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels. De CLP Verordening vervangt de Stoffenrichtlijn 67/548/EEG en de Preparatenrichtlijn 1999/45/EG stap voor stap. In de Europese Unie is hiermee de verplichte gevaarsindeling van ongeveer 4.000 stoffen wettelijk vastgelegd. De criteria voor deze gevaarsindeling is geharmoniseerd met het wereldwijde systeem van de Verenigde Naties.

### Nationaal beleid

Binnen de vergunningverlening vindt toetsing aan het Landelijk afvalbeheerplan (momenteel LAP 2) plaats. Dit plan is vastgesteld door de Minister van Infrastructuur & Milieu en heeft in de huidige vorm een looptijd tot en met 2015, met een doorkijk naar 2021. In het LAP 2 is aangegeven, dat het onder bepaalde voorwaarden niet bezwaarlijk is formatie / productiewater ter plekke terug in de bodem te brengen. In het bijzonder is hoofdstuk 21.16 ‘opbergen van afval in de ondergrond’ van toepassing. Voor de onderhavige waterinjectie bepaalt het beleid in de onderdelen 21.16.6 en 21.16.7 de kaders. Deze zijn navolgend integraal en cursief weergegeven:

#### 21.16.6 - Injecteren van afval in de diepe ondergrond

*Injectie van afval in de diepe ondergrond (D3) wordt op dit moment uitsluitend uitgevoerd in mijnbouwrichtingen voor de winning van olie, gas en zouten en zijn in het algemeen gericht op het*



terugvoeren van bij het winningsproces ontstane afval(water)stromen welke ter plekke uit de bodem afkomstig zijn.

Voor het injecteren van afvalstoffen in de diepe ondergrond gelden de volgende algemene uitgangspunten.

- De bodem is niet bestemd voor het injecteren van afvalstoffen die niet ter plekke uit die bodem afkomstig zijn. Alleen het terugvoeren van afvalstoffen die vrijkomen bij winningsprocessen en ter plekke uit de diepe ondergrond afkomstig zijn, kan worden toegestaan. Het is degene die over injectiefaciliteiten beschikt niet toegestaan, diensten aan derden aan te bieden voor het injecteren van daardoor per definitie niet ter plekke uit de bodem afkomstige afvalstoffen.
- De verwijderingshandeling injecteren in de diepe ondergrond wordt niet bij naam genoemd in de afvalhiërarchie. Injecteren wordt beleidsmatig gelijk gesteld aan storten. Voor het injecteren van afvalstoffen in de diepe ondergrond bestaat echter geen capaciteitsregulering. De bestaansgrond van injectieactiviteiten is al sinds jaar en dag gelegen in het terugvoeren van bij het eigen winningsproces ontstane bodemeigen afvalstoffen. Het oprichten van mijnbouwwinrichting met enkel het doel het injecteren van afvalstoffen (bijvoorbeeld in verlaten lege gas- en olievelden of zoutcavernes) welke niet uit de ondergrond afkomstig zijn en geen samenhang hebben met het winningsproces, is derhalve niet toegestaan.
- Bij het terugvoeren van afvalstoffen die ter plekke uit de bodem afkomstig zijn, moet een duurzaam beheer van deze afvalstoffen worden zeker gesteld en moet voldaan worden aan het Isoleren, Beheersen Controle (IBC) principe. Bijlage A van EU beschikking 2003/33 behorend bij de Richtlijn Storten kent een beoordelingskader gericht op het vaststellen van de integriteit van een ondergrondse opslagvoorziening. Hoewel dit beoordelingskader betrekking heeft op opslagvoorzieningen in de ondergrond waarin gestort (D1/D12) wordt, wordt de gekozen afwegingsmethodiek toepasbaar geacht ook voor injectieactiviteiten. Bij de te verstrekken Wet milieubeheervergunning / Mijnbouwmilieuvergunning / opslagvergunning dient dit beoordelingskader dan ook te worden toegepast. Door Staatstoezicht op de Mijnen is een protocol ontwikkeld waarin alle relevante aspecten voor injectie van productiewater uit de bijlage A zijn opgenomen. Indien dit protocol wordt toegepast wordt geacht te worden voldaan hetgeen gesteld in het LAP. Het protocol is te vinden op de NOGEPa website en is eveneens opgenomen in het achtergronddocument van het LAP.<sup>2</sup>
- 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.
- Het is niet toegestaan afvalstoffen welke ontstaan bij de inzet van de ruwe olie en gewonnen gas in productieprocessen te verwijderen middels injectie. Alleen voor afvalstoffen van zouten ingezet in productieprocessen geldt een aantal uitzonderingen (zie onderstaand).

Als aanvulling op de algemene uitgangspunten vindt voor de specifieke winningsprocessen onderstaand een nadere uitwerking plaats.

#### 21.16.7 – Injectieactiviteiten bij olie en gaswinning

Voor het injecteren bij de olie- en gaswinning, 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

<sup>2</sup> Het ministerie van EZ en SodM hebben een protocol ontwikkeld ten behoeve van de aanvraag van een injectievergunning (nu: omgevingsvergunning). Dit protocol is een goede handleiding voor de te behandelen onderwerpen in de aanvraag.

*formatiewater mag plaatsvinden dient aan het bevoegd gezag te 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. Formeel is er dan geen sprake meer van formatiewater dat ter plekke uit de bodem komt. Gezien de uitgestrektheid/omvang van de geologische formaties waaruit olie en gas wordt gewonnen komen deze formatiewateren wel uit een vergelijkbare formatie en mag worden aangenomen dat de aard van de aanwezige natuurlijke verontreinigingen vergelijkbaar is met de plaats waar injectie plaats vindt. Indien formatiewateren van buiten de inrichting worden aangevoerd, dient dit aan het bevoegd gezag aangetoond te worden.*
- *Naast de formatiewateren kunnen tijdens het winnings- en productieproces ook nog andere vloeibare afvalstoffen ontstaan welke niet uit de ondergrond afkomstig zijn. Aangezien het beleidsstandpunt is dat enkel vloeistoffen mogen worden teruggevoerd die uit de diepe ondergrond afkomstig zijn, is injectie van dergelijke afvalstoffen strijdig met het beleid.*

*De Raad van State heeft echter in 2002 geoordeeld dat een dergelijk algemeen beleidsuitgangspunt niet zondermeer gehanteerd kan worden indien op grond van een milieuhygiënische afweging argumenten te vinden zouden zijn voor het wel injecteren van dergelijke afvalstoffen.*

*Mede naar aanleiding van deze uitspraak is in opdracht van de NAM door onderzoeksbureau CE een instrument ontwikkeld welke 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.*

*Dit instrument is in de vergunningsverleningspraktijk inmiddels een aantal malen toegepast en heeft zijn waarde bewezen. Tevens heeft de Commissie voor de milieueffectrapportage dit instrument op verzoek van de Provincie Drenthe beoordeeld en met enkele 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 MER commissie aan aanpassingen heeft voorgesteld) toe te passen om te beoordelen of de injectie van niet bodemeigen stoffen milieuhygiënisch de voorkeur heeft.*

Injectie van productiewater zal samengevat slechts worden toegestaan indien dit milieuhygiënisch de voorkeur verdient boven hergebruik of reiniging en lozing of indien de kosten van deze alternatieven niet in verhouding staan tot milieuhygiënische nadelen van injectie (de zogenaamde milieuhygiënische toets). Deze toets wordt uitgevoerd aan de hand van een zogenaamde 'Life Cycle Analysis' (LCA), een standaard instrument (ISO 14040) om alle relevante milieueffecten van processen of producten over de hele levensketen in kaart te brengen, en een aanvullend afwegingskader voor de diepe ondergrond [Ref. CE Delft, 2004: Met water de diepte in].

### 5.3 Provinciaal en lokaal beleid

De beleidskaders van de provincies Drenthe en Overijssel, de gemeenten Emmen, Coevorden, Dinkelland, Tubbergen, Oldenzaal en Hardenberg en het waterschap Vechtstromen zijn van belang bij de beoordeling welke toetsingsmaatstaven in het kader van waterinjectie van toepassing zijn:

Ten behoeve van het mogen uitvoeren van waterinjectie is het onderstaande provinciale en lokale beleid van belang:

- Met Drenthe de diepte in Structuurvisie ondergrond Drenthe 2013: zie 6.2.9. injectie formatiewater;
- Omgevingsvisie Drenthe 2014;
- Provinciale omgevingsverordening Drenthe: zie artikel 3.20. De opslag van afvalstoffen in de ondergrond is toegestaan in het kader van injectie van formatiewater uit gas- en oliewinning;
- Structuurvisie Emmen 2020: hierin wordt niet specifiek gerefereerd aan beleid met betrekking tot waterinjectie;
- Bestemmingsplan buitengebied Emmen 2011 - gemeente Emmen.

### Ladder van Overijssel, kaders voor het gebruik van de ondergrond

In haar visie op de ondergrond (2009) stelt de provincie Overijssel:

*“De ondergrond is een levende entiteit met een rijke biodiversiteit. Deze biologische activiteit draagt bij aan de structuur en de vruchtbaarheid van de ondergrond. Het ondergrondleven draagt ook bij aan de kwaliteit van water dat op weg is naar drinkwaterwinningen en natuurgebieden. Het systeem van de ondergrond staat in contact met zijn omgeving, via grondwater dat van gebied naar gebied stroomt.”*

Deze omschrijving heeft betrekking op de ondergrond tot een zekere diepte, zoals in deze herafweging wordt aangeduid als de biosfeer.

De omgevingsvisie van Overijssel (2009) gaat in hoofdstuk 4.9.2 in op het gebruik van de ondergrond voor het buitengebied en in hoofdstuk 5.9.2 voor stedelijk gebied. Hierin staat aangegeven:

*“De balans tussen enerzijds gebruiken en ontwikkelen van de ondergrond en anderzijds het beschermen en verbinden van de kwaliteiten van de ondergrond heeft aandacht nodig. Zeker in relatie tot de wenselijke ruimtelijke ontwikkelingen binnen de provincie Overijssel. Om deze balans te vinden wordt een afwegingsmodel voor ondergrondse functies ontwikkeld binnen het Uitvoeringsprogramma voor de Ondergrond.”*

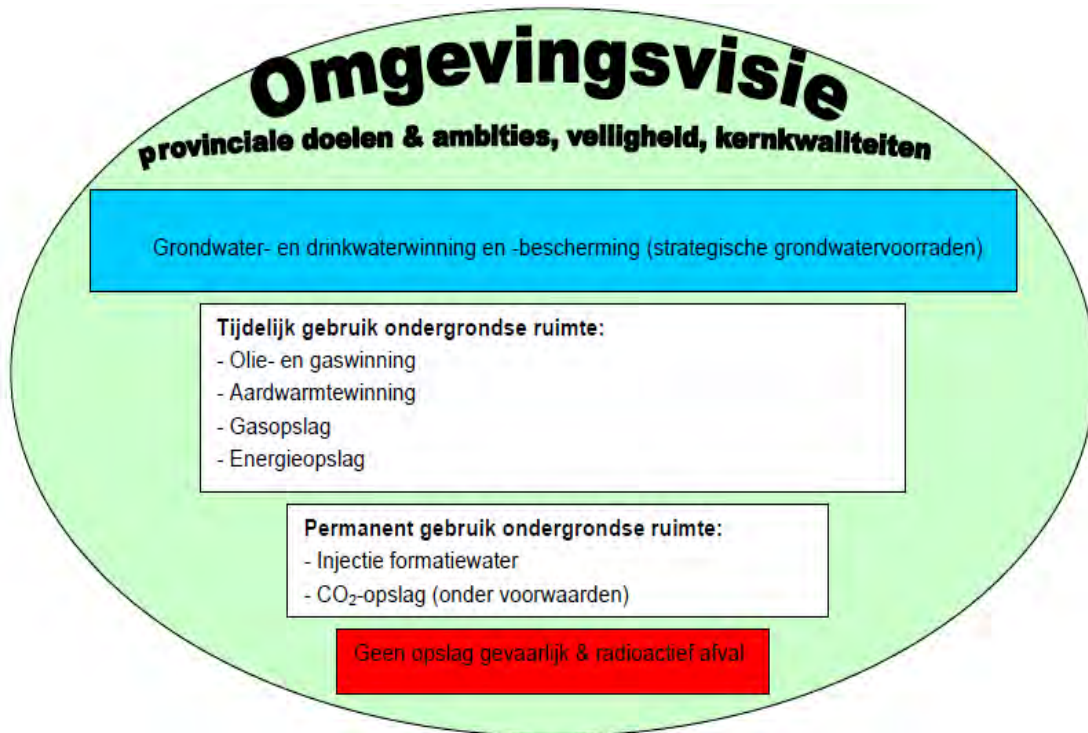
In februari 2016 zijn de kaders voor het gebruik van de ondergrond door de Provinciale Staten van Overijssel vastgesteld. Hiermee beoogt de provincie meer zeggenschap te krijgen over wat er met de Overijsselse bodem gebeurt. In de visie is een prioriteitstelling opgenomen voor gebruiksfuncties van de ondergrond. Drinkwaterwinning heeft voor Overijssel de hoogste prioriteit. Verder is aangegeven dat er geen opslag van omgevingsvreemde stoffen mag plaatsvinden als niet helder is wat de risico's zijn.

### Ladder van Drenthe, voorkeursvolgorde voor gebruik van de diepe ondergrond

De provincie Drenthe heeft een structuurvisie diepe ondergrond (2013) opgesteld, waarin gebruik wordt gemaakt van een ladder om te bepalen welke benutting van de diepe ondergrond voorkeur heeft. De verschillende gebruiksmogelijkheden van de ondergrond kunnen elkaar onderling beïnvloeden. Voor het maken van beleidskeuzes in de ondergrond zal daarom ook een belangenafweging gemaakt moeten worden. Het stellen van prioriteiten voor gebruik van de ondergrond gebeurt in principe volgens de rangorde van de 'Ladder van Drenthe'.

Voor de keuze van reservoirs wordt onderstaand aangegeven, dat er een voorkeur is voor bijvoorbeeld gasopslag of energieopslag. Opslag van formatiewater is beleidsmatig vergelijkbaar met de opslag van CO<sub>2</sub>. In de structuurvisie is aangegeven, dat in Drenthe veel leeg geproduceerde gasvelden beschikbaar moeten blijven voor toekomstig gebruik, zoals de opslag van CO<sub>2</sub>.

Deze structuurvisie heeft geen dwingende status, maar is wel richting gevend voor het ruimtelijk beleid van de provincie Drenthe.



Figuur 5.1: Ladder van Drenthe (Structuurvisie provincie Drenthe, 2010)

### Bestemmingsplannen

Voor zover activiteiten in strijd zijn met vigerende bestemmingsplannen (van de gemeenten Emmen, Coevorden, Dinkelland, Tubbergen, Oldenzaal en Hardenberg) heeft de omgevingsvergunning (naast mijnbouw en milieu) ook op de planologische inpassing betrekking. In dat geval maakt een beschrijving van de goede ruimtelijk onderbouwing onderdeel uit van de aanvraag om de omgevingsvergunning.

### Lozing op oppervlaktewater

Voor het lozen van stoffen op het oppervlaktewater is in beginsel een watervergunning vereist ex artikel 6.2 Waterwet. De vergunningplicht voor het lozen op het oppervlaktewater moet in samenhang worden gezien met de Wet milieubeheer en het Activiteitenbesluit aangezien de NAM te Schoonebeek geldt als een inrichting.

### Lozing op zee

Voor het lozen van stoffen op zee is in beginsel een watervergunning vereist ex artikel 6.3 Waterwet. De vergunningplicht geeft mede uitvoering aan het OSPAR-verdrag (het op 22 september 1992 te Parijs tot stand gekomen Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan (Trb. 1993, 16)) en het London protocol (het op 7 november 1996 te Londen tot stand gekomen Protocol bij het op 29 december 1972 te Londen tot stand gekomen Verdrag inzake de voorkoming van verontreiniging van de zee ten gevolge van het storten van afval en andere stoffen (Trb. 1998, 134 en Trb. 2000, 27)). Op de vergunningplicht zijn verschillende uitzonderingen gemaakt in artikel 6.8 en 6.12 Waterwet. De vergunningplicht is uitsluitend van toepassing op handelingen op of met schepen, vliegtuigen en op de zeebodem opgerichte werken. Lozingen via een pijpleiding vanaf land in zee vallen dus niet onder artikel 6.3 Waterwet maar wel onder de vergunningplicht van artikel 6.2 Waterwet.

## 5.4 Huidige vergunning, condities en voorwaarden

### Huidige vergunningen voor waterinjectie

In februari en maart 2010 zijn verschillende vergunningen verleend aan NAM voor waterinjectie in Twente:

- een milieuvergunning voor het veranderen of in werking hebben van een inrichting die in hoofdzaak een mijnbouwwerk is (van de Minister van EZ);
- een milieuvergunning op grond van de Wet milieubeheer voor het ondergronds opslaan van afvalstoffen die van buiten het betrokken mijnbouwwerk afkomstig zijn (van Gedeputeerde Staten van de provincie Overijssel, hierna: GS);
- een ontheffing op grond van het Lozingenbesluit bodembescherming (van GS).

In de vergunning is de voorwaarden opgenomen dat iedere zes jaar door de NAM wordt onderzocht in hoeverre de verwerking van productiewater via waterinjectie de meest milieuvriendelijke oplossing is, zoals in hoofdstuk 2 expliciet benoemd.

### Bestemmingsplannen aangepast

De gemeenten hebben voorafgaand aan de vergunningverlening in 2010, aanpassingen aan de bestemmingsplannen goedgekeurd om van winlocatie waterinjectie locaties te maken.

## 5.5 Beleid en beleidsontwikkelingen

Bij het onderzoek naar de verschillende mogelijke alternatieven is daar waar mogelijk rekening gehouden met beleidsvoornemens. Uitgangspunt is het continueren van de oliewinning in Schoonebeek. Het is buiten het kader van dit onderzoek aan de Minister van Economische Zaken en de NAM om daar eventueel andere keuzes in te maken. In het energierapport Transitie naar duurzaam van het Ministerie van Economische Zaken (januari 2016) wordt geen melding gemaakt van voornemens om de oliewinning op korte termijn te beëindigen.

De Rijksoverheid is bezig een structuurvisie voor de benutting van de ondergrond op te stellen via STRONG. Deze structuurvisie met bijbehorende plan-MER is nog in ontwikkeling. De Rijksoverheid is tevens bezig met een herziening van het Landelijk Afvalbeheer Plan (LAP). Momenteel is het LAP-2 van kracht, maar naar verwachting komt binnenkort LAP-3 beschikbaar. Met betrekking tot het mogelijk gebruik van de ondergrond is tevens het in juli 2015 door het Ministerie van Economische Zaken gepubliceerde PlanMER Schaliegas van belang.

## 6 Stap 1d: Technisch – Uitgangspunten

### 6.1 Overzicht uitgangspunten

De ervaringen van de oliewinning in Schoonebeek en waterinjectie in Twente tot april 2015, de juridische en beleidsmatige randvoorwaarden en de zorgpunten vanuit de omgeving, zijn mede bepalend bij het in beeld brengen van geschikte mogelijkheden voor de verwerking van productiewater in de toekomst. Om te komen tot een zinvolle vergelijking van de verschillende mogelijkheden is het van belang dat deze allemaal uitgaan van dezelfde uitgangspunten. In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten beschreven. De uitgangspunten hebben betrekking op de oliewinning en op randvoorwaarden bij oplossingen.

#### Huidige en toekomstige situatie oliewinning:

- Het functioneren van de oliewinning Schoonebeek (huidig en trend)
- Aanpassing transportleiding via pijp-in-pijp oplossing is doorgevoerd (autonome ontwikkeling)
- Nieuwe situatie met volledige productie vanaf 2022
- Twee mogelijke typen waterkwaliteit kunnen uit de OBI komen ter toetsing (met of zonder H<sub>2</sub>S-binder)
- Optimalisatie: Onderzoek naar mogelijke reductie van mijnbouwhulpstoffen

#### Randvoorwaarden voor oplossingen:

- Uitgangspunt gezond en veilig
- Randvoorwaarden voor waterzuivering (paragraaf 6.5)
- Randvoorwaarden voor watertransport en verwerking reststoffen (paragraaf 6.6)
- Randvoorwaarden voor waterlozing (paragraaf 6.7)
- Randvoorwaarden voor waterinjectie (paragraaf 6.8)

Onderstaand worden deze uitgangspunten nader uitgewerkt.

#### Algemeen uitgangspunt gezond en veilig

Alle te onderzoeken opties dienen te voldoen aan de criteria gezond en veilig. Dit is niet alleen de wens van de bevolking van Twente en Drenthe, maar ook het beleid van de NAM en de overheid. Onder gewone omstandigheden zullen de toekomstige opties hieraan voldoen. De vraag is echter welke ongewone situaties (calamiteiten) kunnen optreden en onder welke omstandigheden kunnen hierbij risico's voor gezondheid en veiligheid ontstaan. In Nederland zijn er strikte normen waaraan iedere oplossing moet voldoen.

#### Gezondheid

Ten aanzien van gezondheid geldt dat de waterkwaliteit van het productiewater, al dan niet na zuivering, zodanig dient te zijn, dat indien het in de biosfeer (of milieu) terecht komt, dit niet tot risico's voor de gezondheid leidt. In het verlengde van gezondheid voor de mens, wordt hier tevens gezondheid voor dieren en gewassen gezien. De verschillende oplossingen dienen zodoende zorg te dragen dat in geval van calamiteiten hier geen gezondheidsrisico's ontstaan.

#### Veiligheid

Veiligheid heeft te maken met mogelijke aardbevingen of ongelukken bijvoorbeeld indien veel transportbewegingen nodig zijn. De verschillende oplossingen dienen duidelijk te maken in hoeverre deze ook bij calamiteiten binnen de veiligheidsnormen blijven.

## 6.2 Huidige en toekomstige situatie oliewinning

### 6.2.1 Het functioneren van de oliewinning Schoonebeek (huidig en trend)

Het is de verwachting dat de oliewinning vanuit het Schoonebeek reservoir eind 2016 weer op gang komt. In eerste instantie zal er een beperkte oliewinning zijn, doordat de afvoer van het productiewater beperkt kan plaatsvinden. De pijp-in-pijp oplossing voor watertransport naar de Twentevelden zorgt er voor dat de maximaal haalbare olieproductie veel lager ligt dan het oorspronkelijk geplande niveau. Het is de bedoeling dat vanaf 2022 een nieuwe situatie zich voordoet, waarbij de olieproductie weer volgens planning kan worden voortgezet.

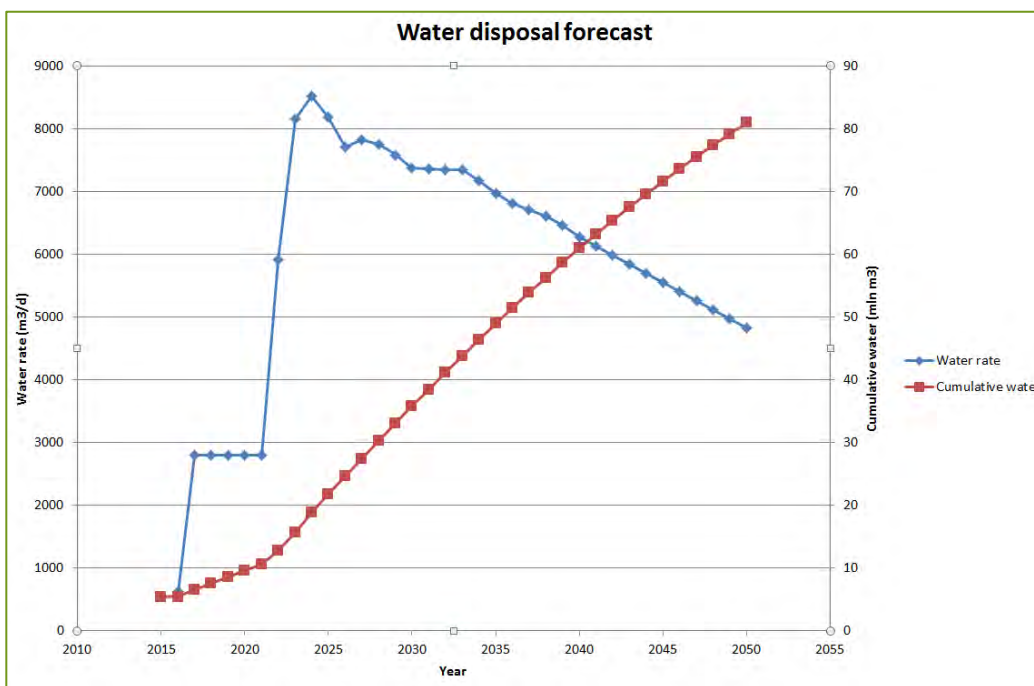
In het MER van 2006 is er van uitgegaan dat 16 tot 20 miljoen m<sup>3</sup> olie met behulp van stoominjectie uit het Schoonebeekreservoir kan worden gewonnen, in een periode van 25 jaar. De oliewinning is later dan gepland gestart, de productie is de eerste jaren lager geweest en zal de komende jaren lager dan voorzien zijn. Als gevolg hiervan is de totaal te winnen hoeveelheid olie niet veranderd, maar zal het langer duren dan oorspronkelijk voorzien. Als uitgangspunt voor de verschillende te onderzoeken opties is aangenomen dat de olieproductie plaatsvindt tot 2050, waarbij circa 19 miljoen m<sup>3</sup> olie wordt gewonnen.

#### Bronvermelding

De verwachtingen voor de oliewinning komende jaren en de randvoorwaarden, zijn opgesteld in samenwerking met de NAM, zodat deze een zo realistisch mogelijk beeld geven ten aanzien van de verwerking van productiewater.

#### Volume productiewater vanuit OBI

Het is de verwachting dat vanaf 2016 bij de olieproductie circa 75 miljoen m<sup>3</sup> water wordt mee geproduceerd. Tot 2016 is ruim 5 miljoen m<sup>3</sup> al geïnjecteerd, zodat de totale hoeveelheid circa 80 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt. Als uitgangspunt voor de verschillende opties geldt dat de totale hoeveelheid productiewater circa 80 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt, en voor de periode vanaf 2016 circa 75 miljoen m<sup>3</sup>.



Figuur 6.1: Overzicht verwachte hoeveelheid productiewater tot het eind van de oliewinning.

In deze periode wordt uitgegaan van een gemiddelde hoeveelheid productiewater van circa 8.000 m<sup>3</sup> per dag. Dit wordt als uitgangspunt voor de verschillende opties aangehouden. In de loop van de jaren zal dit naar verwachting geleidelijk aan afnemen tot circa 5.000 m<sup>3</sup> per dag, zoals blijkt uit de figuur 6.1.

In de Twentevelden kan naar verwachting maximaal nog circa 52 miljoen m<sup>3</sup> water worden opgeslagen. Dit is minder dan de benodigde 75 miljoen m<sup>3</sup> vanaf 2016, zodat aanvullende opslagruimte nodig is buiten de Twentevelden.

#### **Reparatie van de transportleiding naar de Twentevelden is doorgevoerd**

In de loop van 2016 wordt de pijp in pijp constructie uitgevoerd, waarmee de transportleiding naar de Twentevelden is hersteld. Als gevolg hiervan zal deze transportleiding voor iedere oplossing beschikbaar zijn. De pijp in pijp constructie beperkt de hoeveelheid te transporteren productiewater tot circa 3.000 m<sup>3</sup> per dag.

#### **Nieuwe situatie met volledige olieproductie vanaf 2022**

Voorlopig wordt uitgegaan van twee perioden:

- Periode van najaar 2016 tot 2022 vindt beperkte oliewinning plaats, gemaximeerd door de beperkte diameter van de pijp-in-pijp constructie naar Twente. Waterinjectie vindt alleen plaats in het Rossum Weerselo veld.
- Periode vanaf 2022 tot het einde van de productie (circa 2050), volledige olieproductie met volledige hoeveelheid productiewater. Wellicht is er sprake van een opstartperiode.

#### **Maatgevende situatie voor de alternatieven**

Voor het onderzoek naar toekomstige situaties is de situatie in 2022 als maatgevend aangehouden, als typerende situatie aan het begin van de periode van volledige oliewinning.

### **6.2.2 Twee typen productiewater mogelijk**

Bij de oliewinning is bij de winputten een verhoogde concentratie van H<sub>2</sub>S waarneembaar. Het is de verwachting dat een verhoogde concentratie blijvend is. Verhoogde concentraties van H<sub>2</sub>S kunnen de leidingen tussen de putten en de OBI aantasten. De NAM heeft twee opties, het aanpassen van de leidingen of het toevoegen van H<sub>2</sub>S -binder. In de huidige situatie wordt H<sub>2</sub>S-binder toegepast. In de toekomst is het echter mogelijk dat de NAM besluit leidingen aan te passen. Hierover is nog geen besluit genomen. Het omgaan met H<sub>2</sub>S bij de putten vormt een onderdeel van de oliewinning, dat buiten de scope van dit onderzoek valt. De keuzes hierin, hebben echter gevolgen voor de waterkwaliteit van het productiewater. Voor het productiewater betekent het dat er met twee typen productiewater rekening moet worden gehouden:

- Productiewater met hoge concentratie opgeloste sulfide, en weinig H<sub>2</sub>S-binder. De verwachting is dat de concentratie H<sub>2</sub>S circa 30 mg/l bedraagt, met als maximale waarde 100 mg/l.
- Productiewater met lage concentratie opgeloste sulfide, maar met veel H<sub>2</sub>S-binder. De benodigde hoeveelheid zwavelwaterstofbinder bedraagt circa 120 mg/l.

Het centraal verwijderen van H<sub>2</sub>S uit het productiewater middels een waterzuivering is goed mogelijk. Er zijn geen zuiveringstechnieken bekend om de H<sub>2</sub>S-binder te verwijderen uit het productiewater. Dat betekent dat in het geval H<sub>2</sub>S-binder wordt toegepast, het productiewater ook na een waterzuivering deze stoffen nog zal bevatten.



### 6.3 Optimalisatie oliewinning, reductie gebruik hulpstoffen

Het is de wens om de hoeveelheid productiewater zo laag mogelijk te houden en te zorgen dat de hoeveelheid benodigde mijnbouwhulpstoffen minimaal is. Daarvoor is gekeken naar de wijze waarop de oliewinning nu plaatsvindt en de mogelijkheden tot optimalisatie in de nabije toekomst.

#### Reductie van hoeveelheid productiewater

De hoeveelheid geproduceerd water bij de oliewinning kan per put sterk verschillen. Het is echter niet mogelijk alleen de putten met een lage waterproductie te gebruiken, want de putten zijn niet onafhankelijk van elkaar. Het selectief gebruik maken van putten voor de productie, zal dan ook slechts beperkte invloed hebben op de totale hoeveelheid geproduceerd water. Alleen indien er minder olie wordt gewonnen, zal de hoeveelheid productiewater afnemen.

#### Reductie van hoeveelheid mijnbouwhulpstoffen

De gebruikte mijnbouwhulpstoffen hebben betrekking op de bescherming van het materiaal van de buisleidingen en de putten. In de afgelopen jaren is het gebruik van de anti-aanslagvloestof al gestopt. Daarnaast zijn de volgende aanpassingen mogelijk:

- H<sub>2</sub>S-binder (zwavelwaterstofbinder), indien de leidingen tussen de putten van het olieveld en de OBI bestand zijn tegen de H<sub>2</sub>S-concentraties in het oliewatermengsel, is H<sub>2</sub>S-binder niet meer nodig.
- Corrosieremmer, door de aanpassing van de pijp in pijp constructie is hier geen corrosieremmer meer nodig. Dit is echter wel nodig voor de injectieputten.
- Biocide, door transportleidingen te vervangen (geen carbon steel, bij Drenthevelden en de Twentevelden uitgezonderd Rossum Weerselo), zal er naar verwachting geen biocide meer nodig zijn. De microbiologische geïndiceerde corrosie zal naar verwachting niet optreden in putten, vanwege de hoge stroomsnelheid in de putten.

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

### 6.4 Uitgangspunt ten aanzien van de waterkwaliteit

De maatgevende samenstelling van het productiewater is gebaseerd op de huidige situatie, met daarbij de aanname dat geleidelijk aan steeds meer condenswater het formatiewater verdunt. Onderstaand worden de verwachte concentraties weergegeven voor 2022. Zonder aanvullende maatregelen zal de hoeveelheid benodigde biocide toenemen, wordt meer H<sub>2</sub>S-binder gebruikt en zal de hoeveelheid corrosieremmer toenemen.

Aanvullend aan het standaard meetprogramma zijn parameters gemeten die voor andere verwijderingsmogelijkheden van belang kunnen zijn. Daaruit blijkt dat de concentratie ammonium tussen 20 en 65 mg/l bedraagt. Deze stof wordt niet regulier gemeten, maar is wel van belang indien het productiewater uiteindelijk na waterzuivering geloosd gaat worden op oppervlaktewater.

Tabel 6.1. Overzicht verwachte waterkwaliteit productiewater vanaf 2022

Parameter	Eenheid	Verwachte jaargemiddelde (2022)
pH (eenheden)	-	4 – 9
Temperatuur	°C	50
Total Dissolved Solids	mg/l	25.000
Total Suspended Solids	mg/l	46
Natrium (Na <sup>+</sup> )	mg/l	7.800
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/l	282
Barium (Ba <sup>2+</sup> )	mg/l	13
Arseen (As) <sup>4</sup>	mg/l	<0,01
Kwik (Hg) <sup>4</sup>	mg/l	<0,0001
Zwavelwaterstof (H <sub>2</sub> S) <sup>1</sup>	mg/l	18
IJzer (totaal Fe <sup>2+</sup> en Fe <sup>3+</sup> )	mg/l	6
Kalium (K <sup>+</sup> )	mg/l	78
Strontium (Sr <sup>2+</sup> )	mg/l	168
Chloride (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	15.000
Sulfaat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) <sup>4</sup>	mg/l	<14
Bicarbonaat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	545
Koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> )	mg/l	565
Zuurstof (O <sub>2</sub> ) <sup>4</sup>	mg/l	<0,01
Olie en vetten	mg/l	10
Cadmium (Cd) <sup>4</sup>	mg/l	<0,001
Koper (Cu) <sup>4</sup>	mg/l	<0,01
Monoethylene Glycol (MEG) <sup>4</sup>	mg/l	<200
Diethylene Glycol (DEG) <sup>4</sup>	mg/l	<200
Triethylene Glycol (TEG) <sup>4</sup>	mg/l	<200
Ethylbenzeen (C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> )	mg/l	0,25
Tolueen (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> )	mg/l	1,5
Waterreiniger <sup>2</sup>	mg/l	6,5
Zuurstofbinder <sup>2</sup>	mg/l	9
Anti-schuimmiddel <sup>2</sup>	mg/l	0,02
Chroom (Cr) <sup>4</sup>	mg/l	<0,005
Benzeen (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	mg/l	2
Lood (Pb) <sup>4</sup>	mg/l	<0,01
Nikkel (Ni) <sup>4</sup>	mg/l	<0,01
Zink (Zn) <sup>4</sup>	mg/l	<0,02
pH- regelaar <sup>2</sup>	mg/l	0,06
Biocide <sup>2,3</sup>	mg/l	400
Anti-aanslagvloeistof <sup>2</sup>	mg/l	0,05
Anti-bariumsulfaataanslagvloeistof <sup>2</sup>	mg/l	30
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	mg/l	1.320
Xylenen (C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	mg/l	0,7
Anti-corrosievloeistof <sup>2,3</sup>	mg/l	60
Zwavelwaterstofbinder <sup>2,3</sup>	mg/l	120
Emulsiebreker <sup>2</sup>	mg/l	4

<sup>1</sup> Verwachte concentratie indien geen gebruik wordt gemaakt van H<sub>2</sub>S binder. De verwachte concentratie overschrijdt de maximaal verwachte waarde uit de vergunning.

<sup>2</sup> Concentraties van mijnbouwhulpstoffen (in blauwe rijen) zijn berekend op basis van verdelingscoëfficiënten tussen olie en water

<sup>3</sup> De concentratie van Biocide/ Anti-corrosievloeistof/ Zwavelwaterstofbinder is afhankelijk van het alternatief en varianten binnen het alternatief, dit wordt geminimaliseerd voor bepaalde alternatieven/varianten (beschreven in detail in dit rapport).

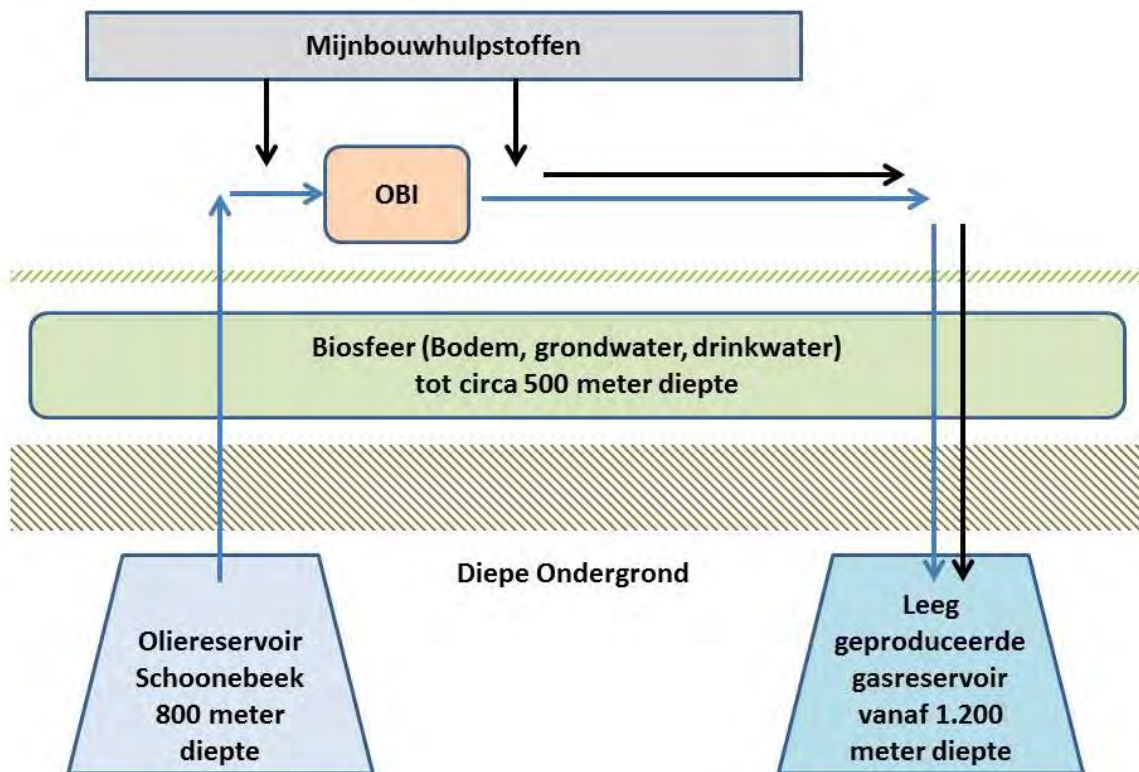
<sup>4</sup> De verwachting is dat de concentratie van deze stoffen onder de bepalingslimiet blijft (deze is afhankelijk van de analysemethode)

## 6.5 Randvoorwaarden waterzuivering

Doel van de waterzuivering is het verwijderen van stoffen uit het productiewater. Bij verschillende zuiveringsopties kan dit echter ook weer leiden tot toevoeging van andere stoffen. Een deel van de benoemde zuiveringen is nog niet volledig ontwikkeld of getest. In de opties wordt uitgegaan van robuuste en bewezen technieken. Daarbij worden optimalisaties benoemd als kansrijke varianten voor nadere uitwerking.

### Bescherming biosfeer, milieu, gezondheid en veiligheid

In het kader van gezond en veilig ligt de nadruk op het beschermen van de biosfeer. Onderstaand schema geeft de huidige situatie weer, van onttrekken van het oliewatermengsel uit het reservoir, de scheiding van olie en water, transport van productiewater inclusief mijnbouwhulpstoffen en de waterinjectie. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de biosfeer en de diepe ondergrond. Effecten op de biosfeer kunnen optreden indien een waterstroom wordt afgevoerd naar zee of naar binnenwateren. Daarnaast kan door een lekkage in een transportleiding of bij een put water ongewenst in de biosfeer terecht komen. De benodigde waterzuivering van het productiewater dient aandacht te besteden aan deze situaties. Daarnaast dient in het geval van waterinjectie in de diepe ondergrond, de samenstelling van het te injecteren water geen risico voor het reservoir op te leveren.



Figuur 6.2: Schematisch overzicht van de waterstromen richting waterinjectie in Twente

In productiewater komen van nature stoffen voor die in de biosfeer als ongewenst worden gezien. In principe kunnen deze stoffen terug worden gebracht in de ondergrond, maar daar waar mogelijk is onderzocht of hier mogelijk bepaalde stoffen uit verwijderd kunnen worden.

De mijnbouwhulpstoffen worden bovengronds toegevoegd voor het productieproces. Omdat deze stoffen niet van nature in reservoirs voorkomen, wordt getracht ze uit het productiewater te verwijderen. Deze

stoffen zijn 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.

Bij de waterzuivering worden ongewenste stoffen vanuit de ondergrond of toegevoegde mijnbouwhulpstoffen verwijderd uit het productiewater. De nadruk ligt hierbij op de volgende stoffen:

### **Zouten**

Zouten, bestaan vooral uit NaCl en CaCl<sub>2</sub>. De aanwezigheid van deze zouten is geen belemmering voor waterinjectie of lozing in een zoutwater omgeving. Bij lozing in zoet water zal vrijwel al het zout, tot onder 150 mg/l, verwijderd moeten worden.

### **Benzeen (BTEX)**

BTEX (vooral Benzeen, Tolueen en Xylenen), komt in beperkte mate voor. De huidige concentraties blijven binnen de vergunning voor waterinjectie. Voor lozing in de biosfeer zijn strengere normen naar verwachting van toepassing, zodat aanvullende zuivering vereist is. Mocht het productiewater door lekkage in de bodem of het oppervlaktewater komen, dan nemen de risico's af bij lagere concentraties. Voor alle opties geldt zodoende dat het de voorkeur heeft de BTEX componenten te reduceren.

### **H<sub>2</sub>S en H<sub>2</sub>S-binder**

Sulfide in de vorm van zwavelwaterstofgas (H<sub>2</sub>S) vormt een speciaal aandachtspunt. Het is de verwachting dat de concentratie van H<sub>2</sub>S vergelijkbaar zal blijven. Bij de waterzuivering kan H<sub>2</sub>S verwijderd worden, om te voorkomen dat hogere concentraties in het productiewater komen. Het H<sub>2</sub>S kan ook bij de winputten al gebonden worden door een H<sub>2</sub>S-binder. Er is vooralsnog geen techniek bekend om H<sub>2</sub>S-binder uit het water te halen.

### **Biocide**

Biocide wordt gebruikt om de bestaande watertransportleidingen naar injectielocaties te beschermen tegen door microben gestimuleerde corrosie. Mocht het productiewater door lekkage in de bodem of het oppervlakteater komen, dan nemen de risico's af bij lagere concentraties. Zodoende heeft het de voorkeur om het gebruik van biocide zoveel mogelijk te beperken.

### **Overige stoffen**

Bij de waterzuivering en lozing in de biosfeer van schoon water is aandacht nodig voor ammonium, calcium en magnesium.

Strontium en barium vormen stoffen die mogelijk problemen geven bij lozing in de biosfeer. Indien het productiewater in de diepe ondergrond wordt geïnjecteerd, geven deze stoffen geen probleem. Ook bij een tijdelijke lekkage is het gevolg beperkt. Maar voor lozing in de biosfeer zullen de concentraties verlaagd moeten worden.

### **Waterlozing in biosfeer**

Het water bevat aanzienlijke hoeveelheden barium en vooral strontium, toxische en zware metalen. In vergelijking met de grenswaarden voor lozing op oppervlaktewater is een significante reductie in de hoeveelheid organisch materiaal, maar ook van de concentraties van sulfide, stikstof en zware metalen nodig. Daarnaast is het van belang het toepassen van biociden en H<sub>2</sub>S-binder te voorkomen of minimaliseren.

### Radio actieve componenten

Radio actieve componenten bevinden zich in het productiewater. Hiermee moet vooral rekening worden gehouden in de ingedikte reststof.

## 6.6 Randvoorwaarden voor transport van water en restproducten

Indien het productiewater niet direct bij de OBI kan worden verwerkt, zal transport van het water noodzakelijk zijn. Bij een zuivering zullen restproducten ontstaan, waarvoor mogelijk ook transport noodzakelijk zal zijn.

### Wegtransport voor afvoer restproduct

Wegtransport is een transportmogelijkheid met een grote keuze en flexibiliteit in laad- en loslocaties, die relatief eenvoudig en snel op te starten is en waarvan het risiconiveau (met betrekking tot de kans op incidenten) voor korte en middellange termijn acceptabel is. Op lange termijn zijn er echter veiligere en allicht kostenefficiëntere oplossingen.

### Afvoer restproduct per boot

Afvoer per boot is relatief veilig en op lange termijn allicht een kostenefficiëntere transportmogelijkheid. Een groot nadeel is dat er weinig flexibiliteit is in het kiezen van laad- en loslocaties, omdat de keten erg afhankelijk is van het beperkte(re) waterwegennetwerk in Nederland. De locatie Schoonebeek is per binnenwater het beste bereikbaar via de binnenhaven van Coevorden. Deze binnenhaven heeft een beperkte capaciteit, doordat sluizen en diepgang in de havens een beperking opwerpen voor schepen groter dan ongeveer 68 m lang, diepgang 60 cm, (voor circa 600 ton).

Tevens is er redelijk wat tijd en investering nodig om een transportketen op te zetten; transport per truck/pijpleiding naar binnenhaven, tijdelijke opslagcapaciteit, laad/losfaciliteiten. Indien het gebruik van binnenwater overwogen wordt, ligt het voor de hand de locatie van de waterzuivering nader te bekijken. Vanuit logistiek oogpunt zou het de voorkeur hebben om de waterzuivering aan het binnenwater te lokaliseren, waarbij het productiewater per pijpleiding hier naar toe wordt getransporteerd. Hiermee kan het zout en water relatief eenvoudig worden afgevoerd.

### Afvoer reststoffen per trein

Afvoer per trein is een optie die ook overwogen kan worden. Dit heeft vergelijkbare voor- en nadelen als transport via de binnenwateren.

### Afvoer productiewater

Vanuit veiligheid en milieubelasting geldt dat bij relatief kleine hoeveelheden het transport met behulp van vrachtwagens of per schip kan plaatsvinden. Indien de hoeveelheden zodanig groot worden en langdurig zijn, dat de intensiteit van vervoersbewegingen sterk toeneemt, zal hiermee ook een veiligheidsrisico ontstaan. In dat geval is er de voorkeur voor het gebruik van een pijpleiding.

Naar verwachting is de hoeveelheid (al dan niet gezuiverd) productiewater te groot om per vrachtwagens af te voeren. Voor restproducten geldt dat dit naar verwachting wel de meest voor de hand liggende mogelijkheid is.

### Transport per pijpleiding

Voor het watertransport geldt dat dit gezien de grote hoeveelheid water bij voorkeur via een transportleiding plaatsvindt. Het tracé van de transportleiding bevindt zich bij voorkeur niet door:

- Natuurgebieden
- Waterwingebieden of grondwaterbeschermingsgebieden

Voor de aanleg van nieuwe delen van een transportleiding dient grond vergraven te worden tot circa 2 meter onder maaiveld. Daarbij moet rekening gehouden worden met bodemkwaliteit en mogelijk archeologische overblijfselen.

### **Hergebruik restproducten**

Bij waterzuiveringsopties dient rekening gehouden te worden met de restproducten en de mogelijkheden van verwerking van de restproducten. Verwerking vindt bij voorkeur plaats in de bestaande processen of via hergebruikt als grondstof. Het streven is naar maximaal hergebruik. Dit kan mogelijk door afstemming met andere bedrijven in de regio. Indien hergebruik niet mogelijk is, zullen de reststoffen afgevoerd moeten worden. Bij selectie van opties staat de Ladder van Lansink centraal.

#### **Ladder van Lansink of CE-afwegingsmethodiek**

Voor de verwerking van afvalstoffen in de biosfeer wordt gebruik gemaakt van de Ladder van Lansink. Hiermee wordt een volgorde aangegeven van wenselijke tot onwenselijke verwerkingsmethoden van afval. De Ladder van Lansink heeft betrekking op verwerking van afval in de biosfeer, en is zodoende goed toepasbaar bij de keuzes voor verwerking van restproducten bij de waterzuivering, als onderdeel van de verschillende alternatieven. In de Ladder van Lansink wordt geen afweging gemaakt tussen verwerking van afvalwater binnen de biosfeer versus de injectie van afvalwater in de diepe ondergrond. Daarmee is de Ladder van Lansink niet toepasbaar bij de afweging voor de verwerking van het productiewater uit Schoonebeek en wordt hiervoor gebruik gemaakt van de CE-afwegingsmethodiek.

Het productiewater bevat in beperkte mate radioactieve stoffen. Bij een waterzuivering komt het radioactieve materiaal mogelijk in een geconcentreerde slib stroom terecht. Dit materiaal wordt binnen de waterzuivering afgehandeld, hiermee moet door de NAM in de bedrijfsvoering rekening gehouden worden. Bij alle olie- en gas activiteiten wordt standaard rekening gehouden met lichte radioactiviteit.

## **6.7 Randvoorwaarden waterlozing**

Indien het water niet geïnjecteerd wordt, zal het geloosd moeten worden. De mogelijkheden bij waterlozing zijn afhankelijk van het ontvangende water.

Voor het lokale oppervlaktewatersysteem gelden waterkwaliteitsnormen, die gebaseerd zijn op een algemene waterkwaliteit en specifieke normen gebaseerd op de ambities vanuit de Kader Richtlijn Water. Naast waterkwaliteit is de omvang van het ontvangende watersysteem van belang zodat geen wateroverlast ontstaat.

Voor lozing op zee gelden normen gebaseerd op een goede mariene kwaliteit. Dit is afhankelijk van het ontvangende water en wordt in overleg met Rijkswaterstaat concreet gemaakt.

De aanwezigheid van zwavelwaterstofbinder in het productiewater betekent dat lozing hiervan in de biosfeer niet mogelijk is. Voor opties waarbij productiewater wordt geloosd op oppervlaktewater of zee, zal zwavelwaterstofbinder niet gebruikt kunnen worden. Dit heeft als gevolg dat leidingen aangepast moeten worden om resistent te zijn tegen zwavelwaterstof.

## 6.8 Randvoorwaarden waterinjectie

Waterinjectie vindt plaats in leeg geproduceerde gasvelden, waar een zodanige onderdruk ten opzichte van het omringende gesteente heerst dat het injectiewater blijvend opgeslagen kan worden. De afdekkende laag, die in het verleden voor het aardgas ondoordringbaar is gebleken, zorgt ervoor dat het opgeslagen water niet contact komt met bovenliggende lagen. De geschiktheid van een reservoir voor de opslag van injectiewater kan zodoende bepaald worden aan de hand van het verschil tussen de huidige druk en de oorspronkelijke druk, en de eigenschappen van de afdekkende laag.

Voor de injectieputten geldt dat zo aangelegd zijn dat lekkage van productiewater naar de omgeving wordt voorkomen. De injectieputten liggen bij voorkeur op afstand van kwetsbare gebieden, zodat ook in het geval van een lekkage, de gevolgen beperkt zullen blijven. Dat leidt tot onderstaande randvoorwaarden bij de selectie van putten en reservoirs.

### Beschermen kwetsbare gebieden

- Natuurgebieden, bij voorkeur geen putten in natuurgebieden of in een kwelgebied behorende bij een natuurgebied
- Waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden, bij voorkeur geen putten in deze gebieden.

### Injectieputten en overige putten

- Injectieputten, toetsing op integriteit tegen lekkage, corrosie en cementering
- Toetsing nabijheid van breukzones in het injectiereservoir
- Overige putten, zodanig afgesloten dat een hogere waterdruk in het reservoir niet tot lekkage leidt (De oorspronkelijke reservoirdruk wordt niet overschreden, waardoor er onvoldoende stuwkracht overblijft om het injectiewater, in geval van lekkage, naar boven te stuwen en in contact te brengen met ondiepe lagen)

### Reservoir en afdekkende laag

- Voldoende diepgelegen formaties, zodat er scheidende lagen zijn tussen opgeslagen injectiewater en zoet grondwater in biosfeer. Drinkwater wordt in Noord en Oost Nederland gewonnen uit watervoerende pakketten met zoetwater. In Twente bevindt het zoet-zoutgrensvlak zich op een diepte van circa NAP-30, in Drenthe reikt deze grenslaag tot circa NAP -150 /-200m.
- Reservoir zonder geschiedenis van sterke seismische activiteiten, groter dan 2,5 op de schaal van Richter.
- Behoud van integriteit van het gesteente daar waar er een risico is op aantasting door chemische reactie, mechanische veranderingen of door temperatuur
- Behoud van integriteit van de afdekkende laag, in het bijzonder daar waar er een risico is op oplossing van zout in bovenliggende (maar onder- naastliggende) zoutlagen
- Zo min mogelijk breukzones in de formatie
- Goede injectiviteit, waarbij is gebleken dat het Zechstein kalkgesteente een goede injectiviteit heeft, maar Limburg zandsteen geen goede injectiviteit toont
- Bij voorkeur formaties die vergelijkbaar zijn met de formatie waaruit het water afkomstig is

## 7 Stap 2a: Uitgebreide lijst met opties

Nadat in de voorgaande hoofdstukken beschreven is wat de huidige stand van zaken is en waaraan toekomstige oplossingen dienen te voldoen, wordt in de hier volgende hoofdstukken beschreven hoe gekomen is tot een select aantal opties, die in meer detail getoetst worden. Hiervoor wordt eerst een overzicht opgesteld van alle denkbare opties die in aanmerking kunnen komen. De meest kansrijke opties zijn hieruit geselecteerd en als alternatief voor nadere toetsing uitgewerkt. De selectiecriteria worden in onderstaand hoofdstuk beschreven. De selectie zelf komt aan bod in hoofdstuk 8. In hoofdstuk 9 worden deze alternatieven verder uitgewerkt. Bijlage 1 beschrijft het selectieproces in meer detail.

### 7.1 Samenstellen van de uitgebreide lijst met opties

Tijdens het opstellen van het MER in 2006 zijn verschillende opties voor de verwerking van productiewater benoemd. Royal HaskoningDHV en NAM hebben daarnaast alle mogelijke aanvullende opties verkend. Hiervoor zijn marktpartijen benaderd en zijn betrokkenen uit de regio gevraagd mee te denken. Het was de bedoeling door vooraf breed te kijken zonder specifieke verwachtingen, dat ook nieuwe opties die eerder niet bedacht waren, nu meegenomen kunnen worden. Dit heeft geleid tot een uitgebreide lijst met opties. Een deel van de opties konden gezien worden als varianten, doordat ze sterk op elkaar leken, met kleine verschillen.

Tabel 7.1. Overzicht van de verwerkingsopties voor productiewater, geclusterd naar thema's

<b>Thema 1 - Zuivering en lozing, zonder injectie van reststroom</b>
<b>Cluster: Lozing van schoon zoet water op oppervlaktewater of hergebruik met zout als restproduct</b>
Zuivering op OBI van zout en hulpstoffen en lozing zoet water op oppervlaktewater. Hergebruik schoon zout.
Zuivering op OBI van zout en hulpstoffen en lozing zoet water op oppervlaktewater. Afvoer vervuild zout.
Retour Nieuwater. Zuivering gevolgd door hergebruik water en afvoer van vervuild zout.
<b>Cluster: Lozing van schoon zout water op zee</b>
Zuivering op OBI, transport naar rietvelden en lozing zout water bij Eems-gebied
Zuivering op OBI, transport en directe lozing zout water bij Eemsgebied (zonder rietvelden)
Zuivering op OBI, transport naar derde in het noorden voor transport en lozing zout water
<b>Thema 2 – Zuivering met injectie van reststroom in reservoirs</b>
Retour Nieuwater. Zuivering gevolgd door hergebruik 2000 m3/d en injectie van 6000 m3/d brijn in Drenthe of Twente.
Zuivering op OBI gevolgd door lozing 6000 m3/d en injectie van 2000 m3/d brijn .in Drenthe of Twente
Zuivering op OBI gevolgd door lozing 6000 m3/d en injectie van 2000 m3/d brijn terug in olieveld Schoonebeek West.
<b>Thema 3 – injectie van het volledige watervolume</b>
Waterinjectie alleen in Twentevelden (Pipe in Pipe)
Waterinjectie alleen in Twentevelden (Pipe in Pipe + nieuwe pijpleiding)
<b>Cluster: Injectie op andere locaties eventueel in combinatie met Twente</b>
Waterinjectie in het gasveld Schoonebeek Gas
Waterinjectie terug in Olieveld Schoonebeek
Waterinjectie in Twentevelden (Pipe in Pipe + nieuwe pijpleiding), gevolgd door ZO Drenthevelden
Waterinjectie gelijktijdig in Twentevelden (Pipe-in-pipe ) en in ZO Drenthevelden
Waterinjectie in de ZO Drenthevelden
Waterinjectie in de Drenthe- en kleine Groningenvelden



Waterinjectie in Borgsweer (Groningenveld)

**Thema 4 - Overige opties**

Zuivering op OBI, Transport naar Waddenzee

Zuivering op OBI, Transport naar Noordzee, West Nederland

Afname via Afvalbeheerbedrijf (Andaver of ATM in Zeeland of CMF in Velsen)

Zuivering op OBI, transport van schoon zout naar Zoutfabriek in Drenthe, Overijssel of Friesland

Afname via RWZI/AWZI of industriepark (Europark, Emmtec bv) met of zonder voorzuivering

Zuivering op OBI en injectie in Schoonebeek Oost

Zuivering op OBI en injectie in Emlichheim, Duitsland

Transport via Pijpleiding naar Ruhleemor, Duitsland en injectie in potentieel Exxon waterinjectieproject

Injectie in aquifers

Zoutcavernes

Onderstaand zijn de selectiecriteria beschreven waarmee van de uitgebreide lijst een selectie nader uit te werken alternatieven is samengesteld.

## 7.2 Beschrijving toetsingscriteria en betekenis scores

Bij de afweging tussen verschillende opties is het van belang dat hierin opties uit daadwerkelijk verschillende oplossingsrichtingen met elkaar worden vergeleken, om zicht te krijgen op de volle breedte van de keuzes en de gevolgen van de keuzes. Het is daarmee van belang het selectieproces zodanig in te richten dat daadwerkelijk verschillende oplossingsrichtingen getoetst kunnen worden.

### Clusteren van de opties in groepen van vergelijkbare concepten en een restgroep

Om vanuit de uitgebreide lijst een beperkte lijst van verschillende oplossingsrichtingen te krijgen, is gebruik gemaakt van clustering naar type oplossing.

Deze stap is er om te zorgen dat de beperkte lijst opties bevat die daadwerkelijk wezenlijk van elkaar verschillen. Zonder deze aanpak is de kans groot dat de 4 of 5 meest kansrijke opties allemaal op elkaar lijken, omdat de onderliggende technische concepten min of meer gelijk zijn. Met een geforceerde brede spreiding in verschillende clusters wordt voorkomen dat de beste opties allemaal in 1 cluster vallen. Zo wordt het mogelijk om aan de hand van de spreiding de consequenties van totaal verschillende concepten via de CE-afwegingsmethode inzichtelijk te maken.

Op voorhand is duidelijk dat er geen mogelijkheden bekend zijn, waarbij oliewinning plaatsvindt zonder productiewater. Tevens is het duidelijk dat het productiewater na afscheiding van de olie nog teveel stoffen bevat om direct geloosd te worden op oppervlaktewater of zee. Het productiewater zal dus ofwel teruggebracht moeten worden in de ondergrond, ofwel gezuiverd. Een combinatie van beide is uiteraard eveneens mogelijk.

De verschillende verwerkingsopties zijn daarom op te delen in drie thema's. Binnen deze 3 thema's zijn verschillende opties mogelijk. De drie thema's zijn:

### **Thema 1: Zuivering met lozing aan oppervlaktewater, zonder injectie**

Binnen dit thema wordt het productiewater gezuiverd. Er vindt geen injectie plaats. Bij zuivering ontstaat een schone waterstroom en een reststroom van geconcentreerde stoffen. De verschillende opties hebben betrekking op de schone waterstroom, die geloosd kan worden op oppervlaktewater of kan worden hergebruikt voor stoomproductie. De reststroom moet afgevoerd worden voor permanente bovengrondse opslag of is wellicht herbruikbaar.

### **Thema 2: Zuivering met lozing aan oppervlaktewater, met injectie van de reststroom**

Binnen dit thema wordt het productiewater gescheiden in een schone waterstroom en een geconcentreerde afvalwaterstroom. De schone waterstroom kan hergebruikt worden voor de stoominjectie of geloosd op het oppervlaktewater. De geconcentreerde afvalwaterstroom heeft een kleiner volume en kan opgeslagen worden in de meest geschikte lege gasvelden.

### **Thema 3: Injectie van het volledige volume productiewater, eventueel met voorzuivering**

Injectie kan plaatsvinden in o.a. de Twentenvelden, in de velden in Zuidoost Drenthe, in de overige Drenthe velden of in Borgsweer (Groningenveld). Een combinatie tussen deze velden is uiteraard ook mogelijk. Hierbij kan gedeeltelijke zuivering plaatsvinden om alle bodemvreemde stoffen (toegevoegde mijnbouwstoffen) uit het injectiewater te verwijderen.

## **7.3 Selectiecriteria**

Hier onder worden de gebruikte criteria weergegeven, om tot een korte lijst met kansrijke opties te komen, met daarbij benoemd welke aspecten nadrukkelijk bekeken worden en mede bepalend zijn voor het criterium. Opties kunnen hierbij afvallen indien ze technisch niet haalbaar zijn of indien een optie beleidsmatig of wettelijk niet is toegestaan. Verder helpen de criteria om te komen tot een voorkeurslijst. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een samenvattende legendatabel waarin de kwalitatieve definitie van elke score per beoordelingscriterium weergegeven is.

### **Veilig en gezond**

Voor alle opties geldt als uitgangspunt dat ze veilig moeten kunnen worden uitgevoerd en dat de gezondheid van bewoners in de regio en het milieu niet in gevaar mogen komen. Opties die hier niet aan voldoen vallen direct af.

### **Technisch – mogelijk uitsluitend criterium**

In deze fase van de herafweging, de selectie van alternatieven binnen de uitgebreide lijst voor de beperkte lijst, is de technische toets in sterke mate bepalend of een goed idee ook daadwerkelijk uitvoerbaar is. De opties dienen robuust te zijn, zodat gedurende een lange periode van circa 25 jaar en met mogelijke variatie in de hoeveelheid en samenstelling van het productiewater, de verwerking van het productiewater steeds doorgang kan vinden. Bij de voorgestelde opties wordt gekeken naar:

- Technische haalbaarheid en uitvoerbaarheid
- Geschiktheid als robuuste oplossing (dat wil zeggen bestand tegen veranderingen in het productieproces, zodat voorkomen kan worden dat de productie opnieuw stilgelegd moet worden om aanpassingen aan de installatie te doen, geen experimentele technologie, wel hoge bedrijfszekerheid en goede procesbeheersing)
- Geschiktheid als langdurige oplossing (geschikt voor het totale watervolume, de gehele periode en er wordt voldaan aan de waterkwaliteitseisen)
- Bij waterinjectie opties, de geschiktheid van reservoirs in de diepe ondergrond

### Planning

De periode tot realisatie van de opties verschilt vanwege onder meer de tijd die benodigd is voor ontwerp, aanbesteding, vergunningaanvragen en bouw. In beginsel vindt in de periode vanaf de tweede helft 2016 tot aan een nieuw gerealiseerde oplossing slechts beperkte oliewinning plaats als gevolg van de pijplijnreparatie die nu wordt uitgevoerd. Pas nadat de (nieuwe) optie voor de verwerking van productiewater operationeel wordt, kan de olieproductie weer op volledige capaciteit en optimaal functioneren. Daarmee vormt de doorlooptijd tot realisatie bij de opties een criterium. Echter, bij de selectie worden op basis van dit criterium geen opties uitgesloten.

### Beleid – mogelijk uitsluitende criterium

De verschillende opties dienen binnen het bestaande wettelijk en beleidsmatig kader te passen. Een niet vergunbare oplossing valt af, aangezien de optie om deze reden niet realiseerbaar is. Daarnaast is het voor sommige onderdelen in een optie nodig gebruik te maken van land van derden, waarvoor toestemming vereist is. Tot slot wordt een inschatting gemaakt hoe een oplossing zich verhoudt tot lokale beleidsambities en of dit tot vergaande aanpassingen in de oplossing of doorlooptijd gaat leiden.

- Vergunbaar (wettelijk en beleidsmatig);
- Aansluitend op lokale beleidsambities;
- Gebruik van terrein en grond mogelijk (ruimtelijke ordening).

### Financieel

Aanpassingen kosten geld, zodat financiële haalbaarheid een belangrijk criterium is. Echter, bij de selectie voor de beperkte lijst worden op basis van dit financiële criterium geen opties uitgesloten, mede door de relatief grote onzekerheden die er in deze fase nog zijn ten aanzien van de hoogte van de kosten. Voor de bepaling van de kosten moeten zowel de aanlegfase (kapitaalslasten) als de kosten in de operationele fase (bedrijfsvoering) berekend worden. Daarnaast kan het gebruik van bijna leeg geproduceerde gasvelden en bestaande pijpleidingen er toe leiden dat minder of geen gas kan worden geproduceerd, wat als kostenpost wordt meegerekend. Bij de CE afweging zullen de kosten van de geselecteerde opties in groter detail worden uitgewerkt.

- Kosten (aanlegkosten en operationele kosten);
- Verloren of verminderde olie- en aardgasopbrengsten.

### Milieu

Milieueffecten kunnen optreden bij normale bedrijfsvoering en bij calamiteiten. Onder dit specifieke 'Milieu' criterium wordt gekeken naar de normale bedrijfsvoering. Eventuele effecten bij calamiteiten worden besproken bij het criterium 'Risico', onderstaand.

De CE afwegingsmethode maakt gebruik van een LCA (Levenscyclus analyse) waarmee een breed spectrum aan milieuaspecten in beeld wordt gebracht. Daarmee kunnen de verschillende opties onderling vergeleken worden. Bij de toetsing binnen elk van de clusters van de uitgebreide lijst wordt slechts kwalitatief aangegeven welke opties naar verwachting tot meer of minder milieueffecten zullen leiden. Dit is mogelijk omdat er binnen clusters sprake is van vergelijkbare concepten.

- Milieueffecten bij normale bedrijfsvoering (energieverbruik, emissies naar bodem, water en lucht, geluid, effect op natuur, gebruik hulpstoffen, vergravingschade)

### Risico

Het criterium risico geeft een indicatie van ongewenste situaties die kunnen optreden. Dit criterium wordt veel verder uitgewerkt bij de beperkte lijst opties in de nog uit te voeren toetsing met de CE-methodiek. Op hoofdlijnen is hier al wel een aanduiding voor te geven. Er wordt zowel gekeken naar risico's op korte termijn (gedurende de operationele fase) als op lange termijn, waarbij voor de lange termijn een periode tot ruim na afronding van de operationele fase en afsluiting van de putten wordt bedoeld. Er is specifiek gekeken naar mogelijke risico's voor mens en milieu gerelateerd aan:

- Aardbevingen;
- Lekkage pijpleiding;
- Lekkage uit reservoir via afdekkend gesteente of injectieput;
- Vervuiling / lekkage reststoffen uit stortplaats;
- Ongelukken tijdens transport;
- Activiteiten in kwetsbare gebieden (o.a. Natura2000-gebieden);
- Verontreiniging oppervlaktewater / zee.

## 8 Stap 2b: Clustering en afweging van opties

### Het vergelijken en bepalen van de meest kansrijke optie per cluster

In deze stap wordt vervolgens per cluster de meest kansrijke optie bepaald aan de hand van een aantal criteria. Deze worden in bijlage 1 uitgebreid beschreven. Bij elk criterium is een tekstuele beschrijving gegeven, waarbij voorbeelden worden gegeven waarom sommige opties op het criterium goed of minder goed scoren. Om voor alle opties en alle criteria een overzicht te krijgen wat beter of minder goed scoort, is er een vereenvoudigde tabel gemaakt waarin kwalitatief de scores zijn weergegeven. (Dit is binnen MER trajecten een gebruikelijke aanpak om overzicht te krijgen over veel informatie.)

Omdat de opties niet eenvoudig met elkaar vergeleken kunnen worden, is er voor gekozen om de soms totaal verschillende oplossingen op de uitgebreide lijst in clusters onder te brengen. Per cluster wordt de meest kansrijke optie geselecteerd. Daarvoor zijn de opties getoetst op de eerder beschreven criteria.

De scores zijn binnen een cluster onderling vergelijkbaar. Bijvoorbeeld indien een optie een '-' scoort op techniek, kan dit alleen vergeleken worden met de score op techniek van andere opties binnen hetzelfde cluster. Er is geen generieke maatstaf beschikbaar of ontwikkeld welke van toepassing is voor alle opties. De milieueffecten en risico's van totaal verschillende technische oplossingen zijn niet eenvoudig onderling vergelijkbaar. Door de enigszins vergelijkbare opties te clusteren wordt het wel mogelijk om verschillen en voor- en nadelen inzichtelijk te maken. De beste optie per cluster wordt geselecteerd en op de lijst geplaatst voor nadere evaluatie met de CE methodiek. Deze methodiek is speciaal ontwikkeld om de zeer verschillende milieu-impacts toch tegen elkaar af te kunnen wegen. Omdat er uit elk cluster 1 optie wordt geëvalueerd met de CE methodiek kan het hele spectrum van alle mogelijke oplossingen worden behouden.

Bijlage 1 beschrijft de uitwerking van de criteria en de toetsing van de uitgebreide lijst.

### 8.1 Thema 1 – Zuiveren en lozen in biosfeer

**Thema 1** – Zuivering van productiewater en lozing in de biosfeer (oppervlakte water / zee), zonder injectie van reststroom

In dit thema worden de verschillende opties besproken waarbij het productiewater niet meer in de diepe ondergrond wordt geïnjecteerd, maar (voor)gezuiverd en daarna geloosd of hergebruikt.

Binnen dit thema wordt onderscheid gemaakt in twee typen oplossingen:

- Opties om water te zuiveren van mijnbouwhulpstoffen en enkele andere omgevingsvreemde stoffen en het schone zoute water daarna te lozen op de zee;
- Opties om water te zuiveren en schoon zoet water te lozen op oppervlaktewater of te hergebruiken.

#### Cluster: Lozing van schoon zout water op zee

Er zijn drie opties waarbij waterlozing op zee plaatsvindt. Het productiewater zal gezuiverd worden en als zout water via een transportleiding naar een lozingspunt in het noorden worden gebracht. Lozing kan plaatsvinden op verschillende locaties, zoals de Eemshaven of op de Eems.

#### Optie : Afvoer productiewater naar open zee

Als variant voor de lozing van schoon zout water op de Eems, kan het productiewater worden afgevoerd naar open zee. Deze optie is interessant indien niet kan worden voldaan aan de lozingseisen van Rijkswaterstaat met betrekking tot de lozing op de Eems, maar wel aan de waterkwaliteitseisen voor lozing op zee.

Het is mogelijk een nieuwe watertransportleiding aan te leggen naar een binnenhaven, zoals bijvoorbeeld Ems bij Meppen. Hiervandaan kan het productiewater worden verladen op een binnenvaart tanker en afgevoerd naar zee.

#### Cluster; Lozing van schoon zoet water op oppervlaktewater of hergebruik met zout als restproduct

Hier zijn eveneens drie opties waarbij het productiewater geheel gezuiverd wordt, met als resultaat schoon zoet water en een grote hoeveelheid zout restmateriaal:

1. De waterzuivering kan worden gecombineerd met de bestaande waterzuivering voor ultra-puur water van NieuWater in Emmen. Het productiewater kan dan als puur water weer gebruikt worden voor stoomproductie, waarmee een retourstroom ontstaat naar het reservoir. Het aanpassen van de huidige waterzuivering is echter technisch moeilijk, omdat deze is geoptimaliseerd in de samenwerking met de bestaande Rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI).
2. Nieuwbouw ter plaatse van de OBI is makkelijker te realiseren dan een combinatie met de bestaande zuivering door NieuWater. Met betrekking tot een dergelijke nieuwbouw zijn er 2 opties, afhankelijk van het restproduct:
  - a. Zuivering van het restproduct tot schoon, gemengd zout;
  - b. Geen zuivering van het restproduct met oplevering van vervuild zout.

## 8.2 Thema 2 – Zuiveren en injectie geconcentreerde waterstroom

**Thema 2** – Zuivering en lozing van schoon zoet water op oppervlakte water, met injectie van geconcentreerde reststroom

In dit thema worden de verschillende opties besproken waar het productiewater wordt gescheiden in verschillende stromen. Dit thema bestaat uit een enkel cluster. Er ontstaat een schone waterstroom, die, na verdere zuiveringsstappen in de Ultra-Puur Water fabriek van NieuWater, kan worden hergebruikt voor stoominjectie of meteen geloosd wordt op het oppervlaktewater. Er wordt gekeken naar zuivering van toegevoegde stoffen tot het huidige vergunningsniveau of tot het technisch laagst haalbare niveau. Ook ontstaat een geconcentreerde reststroom met kleiner volume, die wordt geïnjecteerd in geschikte velden.

Er zijn in dit cluster drie opties benoemd, met verschillen in de mate en wijze van waterzuivering.

1. Er is een optie bekeken waarbij de waterzuivering plaatsvindt bij NieuWater, in combinatie met de bestaande zuivering.
2. Er zijn verder twee opties gedefinieerd waarbij een nieuwe waterzuivering gebouwd wordt ter plaatse van de OBI.
  - a. Een optie waarbij een beperkte reststroom met hogere concentraties (brijn) wordt geïnjecteerd in een van de bestaande waterinjectielocaties.
  - b. Een optie waarbij een beperkte reststroom met hogere concentraties (brijn) weer in het Schoonebeek oliereservoir kan worden teruggebracht. Het blijkt dat dit om veel redenen technisch een erg moeilijke oplossing is, mede omdat als gevolg hiervan de druk in het oliereservoir snel toeneemt en daarmee de stoominjectie en als gevolg hiervan de oliewinning sterkt negatief wordt beïnvloed. Technisch lijkt deze optie daarmee niet haalbaar.

### **Nieuwe technieken, gebruik maken van planten, schimmels en bacteriën**

Een mogelijke nieuwe biologische zuiveringstechniek maakt gebruik van een combinatie van planten, schimmels en bacteriën. Hiervoor zijn echter nog grootschalige testen nodig om aan te tonen dat de juiste combinatie effectief kan zijn voor de specifieke samenstelling van het productiewater en stabiel kan worden bedreven.

## **8.3 Thema 3 – Waterinjectie**

**Thema 3** – injectie van het volledige water volume, eventueel met zuivering

Bij alle opties wordt ook gekeken naar zuivering van toegevoegde stoffen tot het huidige vergunningsniveau of tot het technisch laagst haalbare niveau. Het zout blijft achter in het water. Binnen dit thema wordt onderscheid gemaakt in twee clusters:

### **Cluster: Injectie alleen in Twente**

Indien alleen waterinjectie in Twente kan plaatsvinden, dan blijkt met de kennis van nu dat er onvoldoende opslagruimte is om al het productiewater tot het einde van het project te kunnen injecteren. Herziene berekeningen geven aan de totale direct beschikbare capaciteit nog circa 37 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt. Deze opslagcapaciteit zou met aanpassing van vergunningen en technische aanpassingen uitgebreid kunnen worden tot maximaal 50 miljoen m<sup>3</sup>. De opslagcapaciteit in Twente is daarom onvoldoende om al het productiewater te injecteren. Het verwachte maximaal benodigde resterende opslagvolume is namelijk circa 75 miljoen m<sup>3</sup>. Deze opties kunnen wel uitgevoerd worden in combinatie met andere opties.

Daarnaast kan zonder andere aanpassingen ook maar een beperkt watervolume door de gerepareerde buis, de pipe-in-pipe, stromen, waardoor de olieproductie met gebruikmaking van alleen de pipe-in-pipe oplossing niet op volledige capaciteit kan plaatsvinden.

Beide opties geven onvoldoende wateropslagcapaciteit voor het gehele project. De tweede optie met een extra transportleiding biedt echter de mogelijkheid om langere termijn in Schoonebeek volle olieproductie te realiseren en heeft daarom de voorkeur.

### **Cluster: Injectie op andere locaties eventueel in combinatie met Twente-locaties**

In dit cluster worden opties besproken waarbij injectie buiten Twente plaatsvindt, eventueel in combinatie met injectie in de Twentevelden. Potentieel realiseerbare opties voor waterinjectie bevinden zich in oude, kleine gasvelden in Twente, Drenthe en Groningen. In Drenthe wordt onderscheid gemaakt tussen de velden in de directe omgeving van Schoonebeek (Zuidoost Drenthe) en de overige Drenthevelden. Bij de Groningenvelden is ook nog speciaal gekeken naar de mogelijkheid om aan te sluiten bij de bestaande waterinjectie in Borgsweer, dat een onderdeel is van het grote Groningen veld.

### **De oplossing van de Stichting Stop Afvalwater Twente**

De Stichting Stop Afvalwater Twente heeft zich uitgesproken voor de optie waarbij waterinjectie alleen in de Drenthevelden plaatsvindt. Als argumenten voor deze optie wordt genoemd, dat waterinjectie kan plaatsvinden onder kleilagen, dicht bij de bron waarvoor de Stichting draagvlak in Drenthe constateert. De Stichting meldt deze optie te combineren met een recirculatiestroom (deelscheiding/zuivering) waarbij de additieven worden hergebruikt voor de oliewinning.

## **8.4 Thema 4 – Overige opties**

**Thema 4** – Overige opties

Dit zijn de opties waarvan in een vroeg stadium duidelijk werd dat deze hoogstwaarschijnlijk niet haalbaar zijn.

In de onderstaande tabel zijn opties aangegeven die wel beperkt zijn uitgewerkt maar uiteindelijk technisch of beleidsmatig niet haalbaar zijn gebleken. Dat komt mede doordat een deel van de opties

afhankelijk is van samenwerking met derden, partijen die uiteindelijk geen mogelijkheden zien of nadrukkelijk geen samenwerking wensen.

### **Samenwerking Duitsland**

Bij de samenwerking met Duitsland staat nog een vraagteken. Het Schoonebeek olieveld bevindt zich voor een groot deel op Duits grondgebied. Ook in Duitsland wordt olie gewonnen en wordt productiewater verwerkt en geïnjecteerd in de diepe ondergrond. In verkennende gesprekken bleek in eerste instantie een omgekeerde vraag naar beschikbare reservoirs het geval, waarbij productiewater uit Duitsland naar Nederland zou worden getransporteerd voor verwerking. Verwerking bij Emlichheim en Rühlermoor blijkt niet mogelijk, maar momenteel wordt een gezamenlijke oplossing voor de in het gebied actieve oliemaatschappijen opnieuw nader verkend (waterinjectie in Duitse Zechstein reservoirs in samenwerking met het West Emsland Consortium). Er zijn sterke aanwijzingen dat om verschillende redenen (waaronder vergunning technisch) productiewater transport naar Duitsland niet haalbaar zal blijken. Opgemerkt wordt dat indien een oplossing mogelijk mocht blijken, de doorlooptijd voor implementatie waarschijnlijk erg lang zal zijn.

### **Samenwerking derden**

Er zijn gesprekken gevoerd met meerdere partijen over mogelijke verwerking van productiewater door derden, waaronder vertegenwoordigers van de zout producerende en verwerkende industrie. Voor de verwerking door deze industrie zijn twee opties verkend;

- Overdracht van het ongezuiverde of gezuiverde productiewater met als doel dit in te voeden in de zoutwinningsketen en er een bruikbaar product van te maken, zoals keukenzout of strooizout
- Het indikken van productiewater tot vast zout en dit in te brengen in oude zoutcavernes om deze te stabiliseren.

De verkenning heeft er toe geleid dat vanuit de industrie de volgende randvoorwaarden zijn gesteld:

### **Overdracht van productiewater.**

De zoutindustrie wint momenteel pekelwater uit een zoutlaag (Overijssel) of zoutpilaar (Groningen) waarbij het zout in deze voorkomens zeer zuiver en van hoge kwaliteit is. Dit pekelwater vergt weinig tot geen bewerking om er bijvoorbeeld tafelzout van een hoge kwaliteit van te maken. Het gevolg hiervan is dat alleen productiewater dat aan een vergelijkbare kwaliteit voldoet, zonder risico van verontreiniging, bruikbaar kan zijn. Daarbij komt dat het zoute productiewater van Schoonebeek nog veel minder zout is dan het eigen pekelwater uit de cavernes, wat de efficiëntie van zoutproductie sterk vermindert. Indien dit niet mogelijk is, zal verzadiging in cavernes moeten plaatsvinden. Ook vanwege de grote hoeveelheid productwater zal er een afhankelijkheid ontstaan tussen het aanleveren van productiewater en het verwerken bij de industrie, wat als een aanvullend risico wordt gezien. Door deze omstandigheden ziet de industrie de beschikbaarheid van zout productiewater uit Schoonebeek niet als een interessante optie.

### **Gebruik als strooizout**

Van de totale jaarlijkse hoeveelheid geproduceerd zout in Nederland, ongeveer 4 tot 5 miljoen ton zout, wordt ongeveer 100 duizend ton per jaar aan industrieel strooizout benut. Het productiewater van Schoonebeek bevat initieel ook ongeveer 70 duizend ton per jaar. In verband met effecten op het milieu heeft Rijkswaterstaat strenge kwaliteitseisen opgesteld voor strooizout. Het strooizout dient voor 97% uit zuivere NaCl te bestaan. Met behulp van meerdere zuiveringsstappen kan 65% van het geproduceerde zout tot NaCl worden gezuiverd. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de kans op ongewenste kwaliteitsvariëaties. Dit leidt tot aanvullende zoutopslag en een strikte kwaliteitscorrectie. De huidige strooizoutproducenten kunnen in de huidige situatie aan de vraag voldoen, waardoor eigenlijk geen



marktvraag is naar extra Schoonebeek strooizout. Het ongebruikte zout is verder niet verkoopbaar en zal dan moeten worden opgeslagen.

#### **Indikken Schoonebeek water tot vast zout en gebruik voor stabilisatie van cavernes**

Sommige van de oude zoutcavernes in Twente zijn instabiel of dreigen op langere termijn instabiel te worden. Met instabiliteit van een caveerne wordt bedoeld dat het bovenliggende gesteente in de caveerne kan storten, waarbij de instortingszone zich geleidelijk naar boven verplaatst. Zodra de instortingen het maaiveld bereikt hebben, kan dit leiden tot verzakkingen of zelfs zinkgaten.

Er is in de regio groot belang om instorting van oude cavernes te voorkomen. Stabilisatie van de caveerne met een alternatieve vulstof is beter voor het milieu en de omgeving mits er bij het vullen geen nieuwe onaanvaardbare milieueffecten optreden. De vulstof die voldoet moet dan in de caveerne worden gebracht, waar het zodanig aangebracht wordt dat het een zekere sterkte gaat krijgen en het gewicht van het bovenliggende gesteente kan dragen. De reeds aanwezige pekkel heeft dat dragende vermogen niet en bij instorting wordt pekkel tussen de brokstukken door uit de caveerne geperst.

Het zoute productiewater van Schoonebeek is vergelijkbaar met onverzadigde pekkel en heeft net als pekkel geen enkele sterkte of dragend vermogen. Hiervoor moet het Schoonebeek zout tot kristallen omgevormd worden. De kristallen moeten in de caveerne gebracht kunnen worden en de vereiste dragende functie krijgen, voordat dit als een succesvol alternatief kan worden gezien. De draagkracht van Schoonebeek kristalzout in cavernes is nog niet aangetoond.

## 9 Stap 2c: Uitwerking lijst met alternatieven

Uit de uitgebreide lijst zijn alternatieven geselecteerd, die in meer detail worden uitgewerkt en getoetst. Bij de uitwerking is het mogelijk varianten per alternatief toe te voegen. Nadat alle alternatieven en varianten getoetst zijn, wordt nog bekeken of een slimme combinatie te maken is van deze alternatieven en varianten om tot een definitieve en beste oplossing te komen.

- Alternatief 1: Vast zout – zout kristallisatie
- Alternatief 2: Zout water naar de zee
- Alternatief 3: Indikken tot compacte brijnstroom
- Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe
- Referentiesituatie 5: Huidige situatie injectie in Twente

Bij de eerste twee alternatieven vindt geen waterinjectie plaats. Dat betekent dat de waterinjectie in Twente zal worden beëindigd. Bij het derde alternatief wordt de waterstroom ingedikt en daarmee de hoeveelheid waterinjectie beperkt, tot circa 25% van het geplande volume. Het vierde en vijfde alternatief gaan beide uit van voortzetting van waterinjectie.

TU Delft bevestigt in haar contraexpertise [Ref. TU Delft, 2016] dat hiermee een logische keuze van alternatieven is gemaakt:

*“aangezien van elk van de 3 Thema’s de beste optie is gekozen. De shortlist bestaat dus uit duidelijk van elkaar verschillende opties.”*

In dit hoofdstuk zijn de 4 alternatieven en de referentiesituatie beschreven. Deze worden getoetst aan de hand van de CE afwegingsmethodiek, zoals beschreven in de volgende hoofdstukken. Bij ieder alternatief wordt tevens gekeken naar optimalisaties of kleine aanpassingen. Alleen de aanpassingen bij Alternatief 4 zijn verder uitgewerkt als varianten. De bevindingen van deze varianten zijn ook bruikbaar voor de andere alternatieven.

## 9.1 Alternatief 1: Vast zout middels kristallisatie

### Zuivering productiewater, gevolgd door lozing van schoon water op het oppervlaktewater en met schoon zout als restproduct

Nabij het terrein van de OBI in Schoonebeek wordt een nieuwe waterzuiveringsinstallatie gebouwd. Hierbij wordt het productiewater volledig gezuiverd, waarbij zowel de hulpstoffen als het zout uit het water worden gehaald. Het resterende water wordt geloosd op het oppervlaktewater in de omgeving van de OBI. Naast het water, ontstaan bij het proces twee afvalstromen, namelijk een grote hoeveelheid vast zout en een reststroom vanuit de waterzuivering. Om te voorkomen dat H<sub>2</sub>S-binder in het zout terecht komt, zullen de leidingen bij Schoonebeek vervangen worden door H<sub>2</sub>S-resistente (bestendige) leidingen.

### Restproduct bestaat vooral uit gemengd vast zoutproduct

Na de waterzuivering ontstaat een vast zoutproduct. Dit vormt een mengsel van voornamelijk NaCl en CaCl<sub>2</sub> zouten. Voor een zoutproduct waar naast NaCl ook nog andere zouten in aanwezig zijn wordt de term "gemengd zout" gebruikt.

Navraag bij marktpartijen leert dat er op voorhand geen nuttige toepassingen bekend zijn voor dit zoutproduct (zie beschrijving hoofdstuk 8.4). Dit zou in de toekomst mogelijk wel zo kunnen zijn, maar in het alternatief wordt er van uitgegaan dat het zoutproduct zal moeten worden gestort.

Kansen voor hergebruik nemen toe, indien het productiewater wordt gezuiverd tot puur zout, dat wil zeggen zuiver NaCl. Dit vergt een aanvullende zuiveringsstap. Het resterende zout zou als strooizout gebruikt kunnen worden, hoewel de markt momenteel aangeeft dat daar weinig behoefte aan is. De aanvullende zuiveringsstap wordt als optimalisatie bij dit alternatief gezien. In het alternatief zelf wordt uitgegaan van opslag van het zoutproduct als meest robuuste oplossing.

### Onderdelen alternatief 1 : Vast zoutproduct middels kristallisatie

Het basisalternatief 1 "vast zoutproduct" bestaat zodoende uit de volgende onderdelen:

- Zuiveringsstappen van het productiewater;
- Afvoer zoet water naar een nabijgelegen watergang;
- Afvoer of hergebruik van de restproducten.

Onderstaand worden deze drie onderdelen nader uitgewerkt.

### Zuiveringstechnieken

Bij de waterzuivering staat het indampen van het zout centraal. Daarmee ontstaat een schone waterstroom en een vast zoutproduct. Om er voor te zorgen dat het zoutproduct zo min mogelijk verontreinigingen bevat (bij voorkeur alleen een mengsel van NaCl en CaCl<sub>2</sub> zouten), worden eerst de andere stoffen uit het productiewater gezuiverd. Van de verschillende mogelijke waterzuiveringen op basis van indampen is gekozen voor een zuivering volgens het principe Mechanical Vapour Recompression (MVR).

#### Afweging membraantechniek (omgekeerde osmose)

In de olie- en gaswereld wordt de toepassing van MVR als bewezen techniek gezien. Bij ontzilting van zeewater, waarbij eveneens grote hoeveelheden zout uit het water wordt gehaald, wordt vaak gebruik gemaakt van membraantechnieken.

Het Schoonebeekwater vergt een zeer uitgebreide voorzuivering. De aanwezigheid van een aantal stoffen, zoals Calcium, Magnesium, H<sub>2</sub>S, BTEX en nutriënten brengt een risico van membraanvervuiling met zich mee. Bij een nadere uitwerking zou het overigens kunnen zijn dat een membraantechniek wel een haalbare oplossing is.

## Waterzuiveringsstappen

Voor de volledige waterzuivering bij dit alternatief zijn de volgende stappen voorzien:

### Voorbehandeling

Het productiewater bij de waterzuivering is rechtstreeks afkomstig uit de Oliebehandelingsinstallatie (OBI). Na de OBI bevinden zich nog olieachtige stoffen in het productiewater. Met een IGF (induced gas flotation) wordt de opdrijvende olie verwijderd. De verwijderde olieachtige stoffen worden teruggevoerd naar de OBI. Met de NSF (nutshell filtration) wordt eventueel opgeloste olie verwijderd door adsorptie. Verzadigd materiaal wordt verversd. De verwijderde olieachtige stoffen worden teruggevoerd naar de OBI. Deze combinatie van technieken zorgt er voor dat deze olieachtige stoffen zoveel mogelijk uit het water worden gehaald, tot onder 5 mg/l.

Na aanzuring van het water met HCl worden gasvormige elementen, vooral CO<sub>2</sub> (circa 75%), H<sub>2</sub>S en BTEX, uit het water verwijderd middels ontgassing. Deze gassen (ook wel stripgassen genoemd) worden teruggevoerd naar de OBI, waar ze worden verbrand. Indien het H<sub>2</sub>S-gehalte zo hoog is dat verbranding zou leiden tot een te hoge SO<sub>2</sub> uitstoot, dan wordt het stripgas voor verbranding ontdaan van H<sub>2</sub>S.

### Toepassing MVR

MVR is een thermodynamisch efficiënte wijze van verdamping. Het maakt gebruik van een warmtepomp in de vorm van een compressor, die er continu voor zorgt dat de warmte tussen de verdampingsstap en de condensatiestap in het systeem uitgewisseld wordt. Deze warmte wordt overgedragen. MVR wordt vaak ingezet voor behandeling van productiewater dat vrijkomt bij oliewinning en bij ontzouting van zeewater.

Het zoute water wordt met mechanische damprecompressie ingedampt tot een geconcentreerde brijn om in een tweede stap met lage druk stoom te worden gedroogd tot gekristalliseerd zout. Bij deze stap zijn er mogelijkheden om warmte uit de OBI of vanuit de stoomproductie uit te wisselen en zo te benutten. Dit kan tot een energiereductie van 30% leiden en geldt als een optimalisatiemogelijkheid.

Radioactieve stoffen komen in het productiewater voor in niet meldingsplichtige concentraties van natuurlijke radio-isotopen. Niet-vluchtige componenten, waaronder zouten, zware metalen, enkele organische verbindingen en niet-vluchtige componenten van gebruikte hulpstoffen, blijven achter in de geconcentreerde brijn en zullen ook in het zout terecht komen.

### Verdamping van water en vluchtige componenten

Vanuit de MVR ontstaan twee stromen die apart behandeld worden, geconcentreerd brijn en destillaat. Het geconcentreerde brijn wordt verder ingedampt (kristallisatie) tot vast zout met behulp van een centrifuge en een ontwateringsstap. Dit resulteert in vast gemengd zout, bestaande uit voornamelijk NaCl (79%) en CaCl<sub>2</sub> (14%).

Het destillaat wordt met stoomstrippen ontdaan van ammoniak, waarna overgebleven verontreinigingen door reactie met ClO<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>S verwijdering) en adsorptie aan actieve kool (organische verbindingen) worden verwijderd. Gestripte ammoniak wordt afgevangen als (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, een product dat bijvoorbeeld ook uit afgassen van varkensstallen wordt teruggewonnen en kan worden afgezet als kunstmest. Er wordt een verdunde oplossing van ammoniumsulfaat gevormd. Uitgangspunt is dat deze stroom zuiver genoeg is om te worden hergebruikt als kunstmest.

- NH<sub>3</sub> strippen (en terugwinning als ammonium sulfaat). Het ammoniak lost na de destillatie weer op in het gecondenseerde water. Het ammoniakniveau zal moeten worden verlaagd tot onder 10 mg/l. Verwijdering van NH<sub>3</sub> vindt plaats middels strippen met stoom.
- Sulfide verwijdering; opgeloste sulfide wordt chemisch geoxideerd met een oxidant (ClO<sub>2</sub>). De reactieproducten sulfaat- en chloride zijn onschadelijk.
- BTEX verwijdering, hoewel BTEX in de eerste stappen al grotendeels is verwijderd, zal een gedeelte weer in het water oplossen. Deze vluchtige organische componenten worden verwijderd dooradsorptie

aan actieve kool (GAC). Er wordt in eerste instantie van uit gegaan dat de gebruikte actieve kool extern wordt geregenereerd.

Eventuele hulpstoffen worden uit het water verwijderd en komen dan in het zout terecht. Het zout bevat geen H<sub>2</sub>S-binder, biocide of corrosie remmer, omdat deze in dit alternatief niet worden toegepast. Om gebruik van H<sub>2</sub>S-binder te voorkomen worden de olietransportleidingen tussen de winputten en de OBI vervangen door H<sub>2</sub>S-resistent materiaal.

#### **Optimalisatie zuiver zoutproduct**

Om tot een zuiver zout (NaCl) en kalk product te komen, is er bij de waterzuivering een aanvullende stap nodig. Dit is mogelijk door een ontharding te plaatsen voor de MVR, waarbij voor de kristallisatie stap andere zouten (o.a. Ca, Ba, Mg, Sr) uit het water worden verwijderd. Hiermee ontstaat een zoutproduct met circa 97% NaCl en 3% water. De technische haalbaarheid van dit proces moet nog verder worden onderzocht.

#### **Afvoer water naar watergang**

De hoeveelheid te lozen gezuiverd water bedraagt maximaal circa 8.000 m<sup>3</sup> per dag. De benodigde hoeveelheid effluent bij de Waterfabriek bedraagt circa 10.000 m<sup>3</sup> per dag. De precieze ligging van deze afvoerleiding zal bij verdere detaillering worden vastgesteld. Het lozingspunt zal in overleg met het waterschap worden vastgesteld, zodat het ontvangende watersysteem zo min mogelijk verstoord raakt. Vooralsnog kan worden aangehouden dat het gezuiverde water richting Stieltjeskanaal afgevoerd kan worden.

#### **Afvoer reststoffen en varianten voor zout**

De reststoffen bestaan uit twee groepen, gezuiverd vast zoutproduct en een kleine spuistroom van ingedikt concentraat met reststoffen (organische componenten, zoals oliehoudend slib en ammoniumsulfaat). Deze kleine spuistroom dient per tanker of vrachtwagen te worden afgevoerd en verwerkt door commerciële partijen.

De hoeveelheid gemengd zoutproduct bedraagt aanvankelijk in de orde van grootte van 200 ton per dag. In de loop van de jaren neemt de hoeveelheid zout af tot circa 60 ton per dag. Op basis van de huidige verwachtingen wordt er van 2022 tot 2045 (gedurende 24 jaar) gemiddeld circa 95 ton per dag totaal zout (TDS) met het productiewater aangevoerd. Om een indicatie te krijgen van de benodigde hoeveelheid transport, kan worden uitgegaan van circa 7 vrachtwagens voor de afvoer van 200 ton.

Voor het storten van dit zout is veel ruimte nodig. De dichtheid van het zout zal afhangen van korrelgrootte ('normaal' strooizout (NaCl) is circa 800 kg/ m<sup>3</sup>, compleet vast zout circa 2.150 kg/ m<sup>3</sup>). Op basis van een geschatte dichtheid van 1.500 kg/ m<sup>3</sup> komt 200 ton per dag neer op een berg van 130 m<sup>3</sup> zout. Dit neemt af tot 40 m<sup>3</sup> per dag. Uitgaande van een gemiddelde van 95 ton zout per dag gedurende de gehele periode, is het totaal zoutvolume 0,6 miljoen m<sup>3</sup>. Dit zijn 6 velden van 100 bij 100 meter, waar elk een berg zout ligt van 10 meter hoog. Over een periode van 25 jaar is dit een aanzienlijke hoeveelheid zout, waarvoor een bestemming moet worden gevonden.

#### **Hergebruik zout – optimalisatie variant**

Zoals hierboven beschreven, ontstaat na de waterzuivering een gemengd vast zoutproduct bestaand uit voornamelijk NaCl en Ca-zouten. Omdat blijkt dat voor dit gemengde product op voorhand geen nuttige toepassingen bekend zijn, is bekeken of dat met een andere zuivering mogelijk wel een herbruikbaar en verkoopbaar zoutproduct kan worden gemaakt.

Kansen voor hergebruik nemen toe, indien de zuiveringsfabriek wordt uitgebreid met een onthardingsstap waar alle ongewenste zouten, zoals calciumzouten (20%), uit het productiewater worden gehaald. Hierbij resteert nog wel een onverkoopbaar product met strontium-zouten (ongeveer 15%) die alsnog verwerkt en opgeslagen moeten worden. Een deel van de calciumzouten (kalk) en het op deze wijze gezuiverde NaCl (keukenzout) (65%), zijn dan in theorie verkoopbaar. De kalk kent hergebruik in de bouw en het keukenzout zou als stroozout gebruikt kunnen worden.

De TU Delft merkt in haar contraexpertise over selectie van meest kansrijke alternatieven op:

*“Het zou natuurlijk een mooie hergebruik optie zijn als de rijksoverheid garant staat voor de afname van de totale zoutproductie.”*

Deze variant op kristallisatie met een herbruikbaar product kent een aantal voor- en nadelen ten opzichte van de basisvariant.

De voordelen ten opzichte van het basisalternatief 1 zijn:

- Potentieel sterke beperking van het te storten volume (tot 15%);
- Vanwege de onthardingsstap is mogelijk membraantechnologie toepasbaar in plaats van de genoemde MVR. Dit geeft waarschijnlijk een significante reductie in energieverbruik;
- Mogelijke verkoop van kalk en stroozout;

De nadelen ten opzichte van het basisalternatief 1 zijn:

- Opnieuw fors hogere investeringskosten vanwege de extra onthardingsstap en de daarmee gemoeide installaties;
- Hogere storingsgevoeligheid van de installatie met daardoor grotere kans op ongewenste kwaliteitsvariaties, waarbij geldt dat de kwaliteit van het geleverde stroozout in Nederland moet voldoen aan strenge regels. De kwaliteitseisen leiden bij deze variaties tot extra investeringen in buffers en opslagfaciliteiten waarmee de kwaliteit kan worden gecorrigeerd;
- Toetreding van NAM tot een seizoensgebonden competitieve zoutmarkt met een gerede kans dat afzet van het zout onderbrekingen kent.

Met name de laatste factor maakt het daadwerkelijk hergebruik van de kalk of zouten onzeker. Indien de oliewinning van Schoonebeek regelmatig en gecontroleerd moet verlopen, dan zal ook de verkoop en fysieke afname / transport van kalk en stroozout ongestoord moeten verlopen. Onderbrekingen in de afname geeft weer een noodzaak voor forse extra opslagfaciliteiten waar een tijdelijk overschot kan worden gehouden. Aangezien de jaarlijkse Schoonebeek zoutproductie de omvang van de jaarlijkse stroozoutbehoefte in Nederland gaat benaderen, wordt grootschalige opslag zeer waarschijnlijk. Op basis van het bovenstaande wordt de aanvullende zuiveringsstap als optimalisatie bij dit alternatief gezien. De optimalisatie heeft nog te veel technische en commerciële risico's om als haalbaar alternatief te worden beschouwd.

## 9.2 Alternatief 2: Zout water naar de zee

### Beperkte zuivering productiewater met afvoer van schoon zout water naar zee en een vast restproduct

Voor een aantal bedrijven en industrieën in Noord Nederland bestaat de gebruikelijke verwerking van afvalwater uit een zuiveringsstap gevolgd door de afvoer van gezuiverd zout afvalwater naar de zee. In Noord-Nederland bevinden zich twee zoutwaterafvoerleidingen. De meest oostelijke is de Veenkoloniale Afvalwaterleiding (aangeduid als VKA-leiding). Deze leiding begint bij Veendam en voert afvalwater naar een lozingspunt bij Spijk, waar een uitlaat in de Eems aanwezig is. Ter hoogte van Scheemda takt een tweede leiding aan. Hiermee wordt door vier bedrijven gezuiverd zout afvalwater afgevoerd. De capaciteit van de transportleiding bedraagt circa 2.000 m<sup>3</sup> per uur, waarvan momenteel circa 1.000 m<sup>3</sup> per uur wordt benut. In dit alternatief sluit de NAM aan op deze bestaande leiding, waarbij circa 350 m<sup>3</sup> per uur productiewater wordt toegevoegd (ongeveer 8.000 m<sup>3</sup> per dag). Hiervoor is het wel nodig om het productiewater te zuiveren tot schoon zout water en een transportleiding vanaf Schoonebeek naar Veendam aan te leggen.

Nabij het terrein van de OBI wordt een nieuwe waterzuiveringsinstallatie gebouwd. Het productiewater wordt op de OBI zover gezuiverd, dat schoon zout water over blijft. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een biologische zuivering, met aanvullende zuiveringsstappen. Het zoute afvalwater wordt getransporteerd via een buisleiding naar een geschikt lozingspunt in de Eems in het noorden. Dit alternatief is alleen realiseerbaar, indien het mogelijk is het productiewater binnen de lozingseisen te zuiveren. Bij aansluiting op de VKA is sprake van indirecte lozing, aangezien het gezuiverde productiewater op de transportleiding samen komt met het water vanuit andere partijen. De gezamenlijke waterstroom wordt uiteindelijk afgevoerd naar het lozingspunt in de Eems. Bij de waterzuivering in de OBI ontstaat een reststroom met de overige componenten van het productiewater en zuiveringschemicaliën.

Het is de verwachting dat de beoogde biologische zuivering geen H<sub>2</sub>S-binder uit het zoute water kan halen. Om te voorkomen dat de zoutwater stroom hiermee verontreinigd is, moet dus worden voorkomen dat H<sub>2</sub>S-binder wordt toegepast. Dit betekent dat de leidingen van Schoonebeek vervangen moeten worden door leidingen met H<sub>2</sub>S-resistent materiaal.

### Vaststellen lozingseisen

Binnen het kader van de wet- en regelgeving en beleid geldt in deze situatie (indirecte lozing) dat het Wabo-bevoegd gezag voorwaarden stelt in een vergunning, waaronder waarschijnlijk lozingseisen. Rijkswaterstaat is wettelijk adviseur richting het bevoegd gezag.

### Onderdelen alternatief 2: zout water naar de zee

Het alternatief 2: "zout water" bestaat zodoende uit de volgende onderdelen:

- Zuiveringsstappen van het productiewater
- Afvoer zout water naar zee (Eems)
- Afvoer van de restproducten

Onderstaand worden deze onderdelen nader uitgewerkt.

### Zuiveringsstappen van het productiewater met biologische zuivering

Bij de waterzuivering staat een biologische zuivering centraal. Daarmee ontstaat een waterstroom en een reststroom. Om er voor te zorgen dat het zoute water geloosd mag worden op de Eems, worden eerst de andere stoffen uit het productiewater verwijderd. Er is gekozen voor een biologische zuivering, aangezien de verwijdering van stikstof (ammonium) en andere organische stoffen centraal staan.

### Lozingsnormen zijn bepalend voor zuiveringstechnieken

Er zijn nog geen normen voor indirecte lozing vastgesteld, maar op basis van het huidige beleid en de samenstelling van het productiewater, richt de zuivering zich vooral op de volgende componenten:

- -Strontium, Barium;
- -Ammonium, Sulfide;
- -Olie, Fenol, PAK's, BTEX, met name Benzeen.

Strontium en barium komen in relatief hoge concentraties van nature in het productiewater voor. In het effluent is de concentratie van strontium in de orde van een factor 100 hoger dan de concentraties in de grote rivieren. Per jaar zal met het productiewater naar schatting 485 ton strontium en 37 ton barium uit de ondergrond worden gehaald. Dit is tussen 1% en 10% van wat er met de drie grote rivieren jaarlijks Nederland binnenkomt.

### Voorzuivering

Bij de waterzuivering worden eerst olieachtige stoffen uit het water gehaald, zoals bij Alternatief 1, en teruggevoerd naar de OBI. Vervolgens wordt  $\text{CaCO}_3$  deels verwijderd door reactie van opgeloste  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2^-$  met calciumionen na toevoeging van natronloog (ontharding). De gevormde kalksteen is naar verwachting zuiver genoeg om voor hergebruik in aanmerking te komen.

### Biologische zuivering

Na de ontharding wordt  $\text{H}_2\text{S}$  geoxideerd en wordt stikstof verwijderd met twee biologische processen.

- Biologische sulfide oxidatie met lucht.
- Biologische stikstof verwijdering (nitrificatie/denitrificatie) en verwijdering van organische afbreekbare stoffen.

Daarbij ontstaan twee kleine reststromen:

- Een kleine hoeveelheid zwavelhoudend en bariumsulfaat houdend slib dat mogelijk radioactief materiaal bevat.
- Een biologisch slib met een beperkte hoeveelheid kalksteen. Dit slib kan eventueel worden afgezet voor vergisting.

### Aktieve kool filtratie

Als laatste stap wordt actieve kool filtratie toegepast voor de verwijdering van mogelijk resterende organische componenten. Er wordt in eerste instantie van uit gegaan dat de gebruikte actieve kool extern wordt geregenereerd.

In dit alternatief komen radioactieve stoffen mogelijk als sulfaten in het zwavelhoudende slib terecht of worden deels in de kalksteen afgescheiden. De in de kalksteen neergeslagen hoeveelheid is zo laag dat het materiaal niet meldingsplichtig is. Het zwavelhoudende slib is mogelijk echter wel vergunningsplichtig. Organische componenten als azijnzuur worden grotendeels biologisch afgebroken in de biologische afvalwaterzuivering.

### **Afvoer zout water naar zee (Eems)**

Voor de afvoer vanaf de waterzuivering bij Schoonebeek naar het lozingspunt op de Eems dient gebruik gemaakt te worden van een transportleiding. Inventarisatie heeft duidelijk gemaakt dat er in de richting van het noorden een bestaande veenkoloniale afvalwaterleiding (VKA) is, die momenteel door verschillende bedrijven gebruikt wordt. Bij dit alternatief wordt een transportleiding aangelegd tot een aansluitingspunt aan de VKA in de buurt van Veendam.



De nieuw aan te leggen watertransportleiding komt vanaf Schoonebeek langs Emmen door het oostelijk deel van Drenthe naar Veendam. Dit is een leiding met GRE materiaal, waardoor de leiding corrosiebestendig is. De totale lengte van dit segment is circa 55 km.

### **VKA-leiding**

Een belangrijk onderdeel van dit alternatief is het aansluiten op de bestaande VKA-leiding. Deze leiding is in de jaren '70 aangelegd, nadat de bestaande industrie in het gebied bij de productie van suiker, aardappelen en strokarton verontreiniging van het lokale watersysteem veroorzaakte. De leiding bestaat uit asbest-cement materiaal. In de loop van de jaren hebben zich nog andere industrieën gemeld en zijn er voorschriften voor het zuiveren van te lozen water opgesteld. Tegenwoordig vindt alleen lozing van gezuiverd water plaats.

Het beheer van de VKA-leiding berust bij het waterschap Hunze en Aa's. Het afvoeren van afvalwater van industrie is echter geen kerntaak van het waterschap, zoals recentelijk door een rechter is bevestigd. De exploitatie van de VKA-leiding is voor het waterschap verliesgevend, doordat de bijdragen van de verschillende bedrijven onvoldoende zijn voor dekking van de operationele kosten (energie bij gemalen en onderhoud) en geen geld kan worden gereserveerd voor een toekomstige vervanging. In de huidige situatie is daarmee een discussie ontstaan over beheer en financiering tussen het waterschap en de aangesloten bedrijven (Nedmag, PPG, Avebe, Kisuma, Regina). De mogelijkheid bestaat dat vanuit de Eemshaven in het noorden eveneens koelwater via het noordelijk deel van de VKA-leiding afgevoerd gaat worden. [Ref. Provincie Groningen, 2005].

Indien de NAM aansluit op de bestaande VKA-leiding is er sprake van indirecte lozing. Via een Wabovergunning worden de normen gesteld waarbinnen de waterkwaliteit van het productiewater zal moeten blijven. Dit heeft betrekking op biologische zuivering, eisen aan de pH-waarde om scaling te voorkomen en in bredere zin alle chemicaliën.

### **Combinatie van waterstromen**

Samen met de zoutwaterstroom van de NAM kan ook de lozing van water door andere bedrijven doorgang blijven vinden. Zodoende kan de VKA beter benut worden en kunnen de exploitatielasten en onderhoud van de leiding verdeeld worden. Op deze wijze kan het schone zoute water worden afgevoerd naar het noorden, waar het nabij Spijk in de Eems wordt geloosd.

### **Lozing schoon zout water op de Eems**

Dit alternatief is alleen realiseerbaar indien het gezuiverde zoute water op de Eems kan worden geloosd en de condities waarbinnen lozing mogelijk is vast te stellen.

De Eems is onderdeel van een kwetsbaar gebied, grenzend aan de Dollard en de Waddenzee, beide beschermde natuurgebieden. Voor de Eems zelf geldt dat onderzoek wordt gedaan naar verbetering van de kwaliteit van het water. Het is de bedoeling dat het gebied een Habitat-gebied wordt, met als doelstelling geen verslechtering of wellicht een verbetering. Dit geeft condities aan de samenstelling, hoeveelheid en temperatuur van het te lozen water.

In beginsel zijn er meerdere lozingspunten mogelijk. De VKA leiding eindigt bij een bestaand lozingspunt bij Spijk. Hier wordt primair naar gekeken als mogelijk punt om het gezuiverde productiewater te lozen. De exploitant van de leiding heeft al een vergunning voor de lozing op dit punt, waarbinnen het gezuiverde productiewater kan worden toegevoegd. Het lozingspunt zelf bevindt zich circa 50 tot 100 meter vanaf de dijk via een buisleiding op de bodem van de Eems naar het midden van de vaargeul op circa 7 m diepte. Hierdoor wordt vermeden dat lozing plaats vindt in een vogelbeschermingsgebied. Bij het lozingspunt bevindt zich een diffuser. Het is van belang dat het geloosde water zo snel mogelijk wordt gemengd. Dit

gebeurt als gevolg van sterke eb en vloed stroming en met behulp van een diffuser. Rijkswaterstaat meldt dat deze diffusor niet meer (geheel) in werking is. De werking en plaats kon onlangs door het waterschap niet worden bevestigd. Uitgangspunt is nu dat er geen diffusor meer aanwezig is. Dit is misschien wel nodig bij een toekomstige lozing.

Er zijn alternatieve lozingspunten mogelijk, zoals in het havengebied, van Delfzijl of bij Eemshaven. In de haven van Delfzijl gelden geen beschermende (Nb-wet) voorwaarden, zodat onder reguliere voorwaarden (waterwetgeving en beleid) de lozing wellicht mogelijk is. In de haven is de vermenging echter veel kleiner. Bij de Eemshaven geldt dat er een sterkere getijdenstroming is, waardoor het geloosde water sneller zal vermengen.

Als conditie voor het lozen geldt dat eerst moet worden aangetoond dat er geen andere mogelijkheden zijn in de buurt (afvalwater eerst lokaal terugbrengen in het milieu) waar de waterstroom vandaan komt (Wabo voorkeursvolgorde). Vervolgens moet duidelijk zijn dat wordt getracht het aantal stoffen te minimaliseren (emissiebeleid), door gebruik van Beste Beschikbare Technieken (BBT). Dan vindt er een immissietoets plaats waarbij onder andere gekeken wordt naar de Kader Richtlijn Water normen voor het gebied. Deze geven de gewenste ontwikkeling en doelstellingen van het gebied aan. Ook moet worden getoetst aan de doelstellingen die Rijkswaterstaat in haar beheerplan Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW) heeft weergegeven. Tevens wordt getoetst aan de normen van het RIVM, via onder andere de "zeer zorgwekkende stoffen lijst", de waterwet (naast het beschreven waterkwaliteitsaspect ook op waterkwantiteit, (o.a. effect op vaargeulen, ) en het gebruik van het waterstaatswerk. Op ruimtelijk gebied is de PKB (planologische kernbeslissing) Waddenzee van toepassing en zal ook hier aan moeten worden getoetst.

#### **Afvoer van de restproducten**

Bij dit alternatief worden verschillende restproducten geproduceerd:

Olie en gesuspendeerde vaste stoffen worden teruggevoerd naar OBI. Na afscheiding van olie en water zal een kleine stroom van oliehoudend slib per vrachtwagen worden afgevoerd en verwerkt door commerciële partijen.

Het gevormde calciumcarbonaat kan naar verwachting worden hergebruikt, bijvoorbeeld als bouwstof. Een afnemer voor dit materiaal moet nog worden gezocht.

Bij de biologische zuiveringsprocessen wordt zuiveringsslib gevormd (biologisch slib met een fractie kalksteen). Het zuiveringsslib van de sulfaatverwijderingsstap bevat mogelijk radioactief materiaal van natuurlijke oorsprong en zal in dat geval afzonderlijk verwerkt moeten worden (stort of opslag). Het zuiveringsslib van de biologische zuivering kan als normaal zuiveringsslib worden verwerkt (vergisting of verbranding).

### 9.3 Alternatief 3: Indikken tot compacte brijnstroom

#### **Indikken van het productiewater, waarbij een deel als gezuiverd schoon zoet water wordt geloosd op het oppervlaktewater en een deel, met verhoogde concentraties, wordt geïnjecteerd**

In dit alternatief ligt de nadruk op de reductie van de hoeveelheid productiewater. In het olieveld zelf zijn er slechts beperkt mogelijkheden om de hoeveelheid productiewater te beperken, bijvoorbeeld door putten die veel water produceren in te sluiten. Voor de verwerking van productiewater kan een zuiveringsstap worden ingebouwd waarmee de hoeveelheid te injecteren water initieel tot circa 25% van het geproduceerde water wordt teruggebracht. Naarmate het productiewater minder zout bevat kan dit eventueel verder worden gereduceerd tot circa 10%.

Het productiewater wordt behandeld met ontzoutingstechnieken waarbij een schoon effluent en een geconcentreerde afvalstroom (brijn) vrijkomen. De ontzoutings- en zuiveringsinstallaties worden nabij de OBI-locatie in Schoonebeek gebouwd. Het is de verwachting dat deze zuivering er toe leidt dat er circa 6.000 m<sup>3</sup> effluent per dag ontstaat (circa 75% van de hoeveelheid productiewater). Na een aanvullende behandeling kan het effluent als schoon zoet water worden geloosd op nabij gelegen oppervlaktewater. De reactieproducten hiervan zullen deels in de brijn achterblijven en deels met de geproduceerde olie worden afgevoerd.

#### **Onderdelen alternatief 3 : indikken tot brijn**

Het alternatief “indikken tot brijn” bestaat zodoende uit de volgende onderdelen:

- Zuiveringsstappen van het productiewater
- Afvoer brijn naar waterinjectielocatie
- Afvoer van de restproducten

Onderstaand worden deze drie onderdelen nader uitgewerkt.

#### **Zuiveringstechniek**

Voor de waterzuivering kan gebruik worden gemaakt van een indampingsmethodiek, MVR, zoals bij het eerste alternatief. Een alternatieve methodiek voor het indikken van het zoute water is het gebruik van omgekeerde osmose (membraanfiltratie).

- De mate waarin het water kan worden gescheiden van het brijn verschilt tussen deze beide methodieken. In het begin, in 2022, is het zoutgehalte in het productiewater relatief hoog. Met omgekeerde osmose kan maximaal circa 65% water worden gescheiden van het brijn, terwijl bij MVR dit circa 85% bedraagt. Tegen het eind van de oliewinning rond 2040 bedraagt dit respectievelijk 75% en 90%. Het toepassen van MVR leidt er zodoende toe dat het volume te injecteren brijn lager is dan bij omgekeerde osmose. In de praktijk zal er naar gestreefd worden dat circa 75% water van het brijn wordt gescheiden.
- Een tweede verschil tussen beide zuiveringsmethoden is gelegen in de benodigde voorzuivering. Voor indamping volstaat verwijdering van olie middels bewezen technologieën (gas flotatie) als voorbehandeling. Voor omgekeerde osmose zal vergaande verwijdering van zwevend stof, organische componenten (BTEX, azijnzuur), ammonium en sulfide plaats moeten vinden. Dit vergt een aantal afzonderlijke behandelingsstappen. Daarnaast zal het water vergaand moeten worden onthardt (verwijdering van calcium- en magnesiumionen) om kalkafzetting op de membranen te beperken. Voor deze onthardingsstap zijn veel chemicaliën vereist en wordt er een grote hoeveelheid kalk geproduceerd.

Uit bovenstaande blijkt dat in deze situatie RO minder robuust is dan MVR en voor RO meer hulpstoffen nodig zijn. Daar staat tegenover dat MVR meer energie verbruikt. In dit onderzoek wordt uitgegaan van

MVR als de meest robuuste techniek, waarbij omgekeerde osmose voor de toekomst niet wordt uitgesloten.

Het voornaamste verschil met Alternatief 1 is dat bij alternatief 2 de geconcentreerde brijn niet verder wordt ingedampt tot vast zout, maar wordt geïnjecteerd in de diepe ondergrond.

#### **Afvoer brijn naar waterinjectielocatie – variant waterinjectie Twente of Drenthe**

De ingedikte stroom bestaat uit water met een hogere concentratie aan stoffen. Dit wordt aangeduid als brijn, en is qua volume circa 2.000 m<sup>3</sup> per dag (ongeveer een kwart van het oorspronkelijke debiet). In dit alternatief wordt het brijn in de ondergrond geïnjecteerd. Hiervoor kunnen de bestaande faciliteiten van de Twentevelden gebruikt worden of nieuw te selecteren velden in Drenthe.

Doordat slechts een kwart van het productiewater geïnjecteerd wordt, kan het aantal injectielocaties beperkt worden. In dit alternatief kan de gehele waterinjectie plaatsvinden in het Rossum Weerselo veld, zodat bij Tubbergen Mander en Tubbergen geen waterinjectie meer zou plaatsvinden. Bovendien zal de capaciteit van de beschikbare leiding naar Twente met pijp-in-pijp constructie voldoende zijn voor het transport.

Als variant wordt waterinjectie in velden in Zuidoost Drenthe (Schoonebeek Gas en Coevorden) getoetst. Hierbij geldt dat het veld Coevorden gezien wordt als onderdeel van de Drenthe velden, met locaties in de gemeente Coevorden. De reservoirs van het Coevorden veld bevinden zich overigens gedeeltelijk onder Overijssels grondgebied, in de gemeente Hardenberg.

#### **Afvoer van de restproducten**

Bij dit alternatief zijn de geproduceerde hoeveelheden restafval marginaal. Een kleine stroom van oliehoudend slib (uit de olie verwijderingsstap) en mogelijke neerslagen gevormd in het zuiveringsproces zullen per vrachtwagen worden afgevoerd en worden verwerkt door commerciële partijen.

Vrijwel alle uit de ondergrond komende stoffen en een deel van de mijnbouwhulpstoffen wordt in de ondergrond geïnjecteerd.

## 9.4 Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe

### Beperkte zuivering en injectie gelijktijdig in Twente en Drenthe velden

Bij het opstellen van het MER in 2006 is vastgesteld dat er voor injectie van productiewater een voorkeur is voor het gebruik maken van reservoirs nabij Schoonebeek. In de directe omgeving van Schoonebeek bevindt zich een groot aantal gasvelden. In 2006 werd hieruit nog aardgas gewonnen, wat niet mogelijk is in combinatie met wateropslag. Hierdoor zijn deze gasvelden toen afgevallen. Inmiddels is het aardgas uit een deel van de gasvelden gewonnen en over enkele jaren zijn hierdoor meerdere leeg geproduceerde gasvelden beschikbaar voor toepassing van waterinjectie. In dit alternatief wordt optimaal gebruik gemaakt van de bestaande waterinjectielocaties in Twente en de nieuw beschikbaar gekomen gasvelden in de omgeving van Schoonebeek.

Dit alternatief gaat er van uit dat bij de winput ter bescherming van de leidingen H<sub>2</sub>S-binder aan het oliewatermengsel wordt toegevoegd. Er zijn voor het alternatief een aantal varianten uitgewerkt, waarbij minder mijnbouwstoffen worden toegevoegd en een gedeeltelijke zuivering. Voor die varianten is het naar verwachting noodzakelijk transportleidingen te vervangen.

### Twentevelden, benutting Rossum Weerselo

In de combinatie met andere, nieuw beschikbaar gekomen Drenthevelden, is het niet noodzakelijk alle huidige Twentevelden te blijven benutten. Het ligt voor de hand primair gebruik te maken van het Rossum Weerselo veld. Hierin bevinden zich reservoirs met goede injectiviteit en het vraagt geen verdere aanpassingen aan transportleidingen. Bij dit alternatief vindt geen waterinjectie in de zandsteenformatie plaats, maar alleen in de kalksteenformaties. Binnen de bestaande vergunningen is in het Rossum Weerselo veld nog circa 25 miljoen m<sup>3</sup> opslagcapaciteit beschikbaar. Put ROW-3 kan aangepast worden, zodat de waterinjectie in de kalksteenformatie plaatsvindt in plaats van de zandsteenformatie. Een tweede aanpassing is mogelijk bij de put ROW-5, waar aanvullende capaciteit beschikbaar gemaakt kan worden. Dit geeft samen een mogelijke uitbreiding van circa 11 miljoen m<sup>3</sup>. Bij dit alternatief wordt er van uitgegaan dat in Rossum Weerselo in totaal 36 miljoen m<sup>3</sup> productiewater kan worden geïnjecteerd.

Het watertransport naar Rossum Weerselo kan plaatvinden via de beschikbare leiding met pijp in pijp constructie. Hierdoor kan dagelijks maximaal circa 3.000 m<sup>3</sup> productiewater worden afgevoerd. Voor het overige productiewater geldt dat dit gelijktijdig afgevoerd moet kunnen worden naar aanvullende velden nabij Schoonebeek.

### Drenthevelden, selectie van putten en injectielocaties nabij Schoonebeek

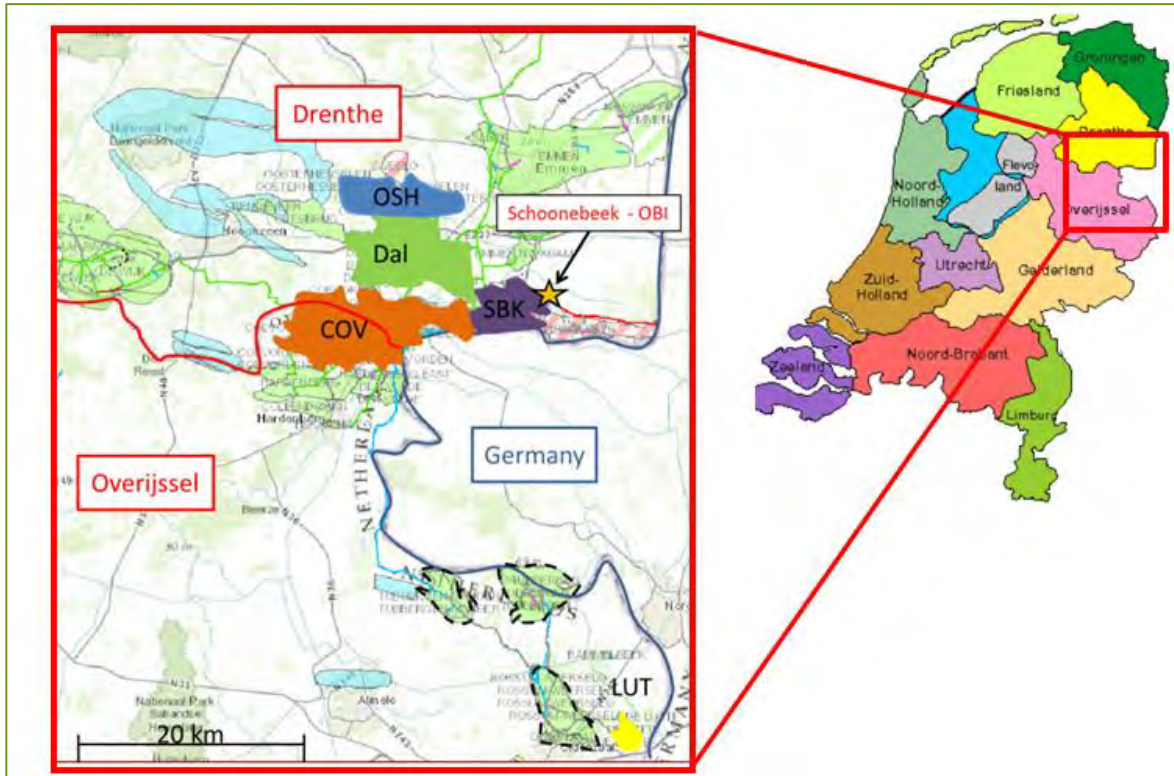
Na 2016 is de resterende benodigde opslagcapaciteit voor productiewater circa 75 miljoen m<sup>3</sup>. In aanvulling op het Rossum Weerselo veld (capaciteit circa 36 miljoen m<sup>3</sup>) is in de overige leeg geproduceerde gasvelden van Drenthe en Noord-Overijssel aanvullend minimaal 39 miljoen m<sup>3</sup> capaciteit nodig voor opslag van productiewater. De velden in de omgeving van Schoonebeek worden aangeduid als de Drenthevelden, maar bevinden zich feitelijk in het zuiden van Drenthe en het noorden van Overijssel. De selectie is niet gebaseerd op de provinciale grenzen, maar op de ligging in de nabijheid van de oliewinning in Schoonebeek.

De beschikbare velden zijn hiervoor geïnventariseerd, wat heeft geleid tot een beperkte groep meest kansrijke velden.

Inventarisatie van de Drenthevelden geeft aan dat er mogelijkheden zijn voor de opslag van productiewater in de velden:

- Schoonebeek Gas 6 putten
- Coevorden 19 putten (gedeeltelijk Drenthe en gedeeltelijk Overijssel)

- Oosterhesselen 4 putten
- Dalen 10 putten
- De Lutte 2 putten (ligging in Overijssel)



Figuur 9.1: Overzicht ligging gasvelden in Drenthe en Noord-Overijssel.

In totaal zijn er 41 putten beschikbaar in deze 5 velden. Er is een voorlopige toetsing uitgevoerd om te bepalen welke putten mogelijk in aanmerking kunnen komen als injectieputten. Daarbij is getoetst op:

- Put integriteit, zoals een goede cementering, wanddikte van de put, annulus check, historische gegevens over controlemetingen, toets of er via de putwand injectiewater langs zoutlagen kan stromen,
- Risico van zoutoplossing nabij de put, waarbij wordt nagegaan in hoeverre er een anhydrietlaag aanwezig is tussen het reservoir en de zoutlagen, welke richting de waterstroming uitgaat vanaf de injectieput en in hoeverre daar direct contact met een zoutlaag kan optreden.
- Risico van seismische activiteiten, hierbij is gekeken naar mogelijke reactivatie van aanwezige breukzones ten gevolge van waterinjectie, thermische veranderingen in het gesteente, eerder opgetreden aardbevingen gedurende de gaswinning, de maximale grootte van mogelijke aardbevingen en de mogelijke gevolgen van aardbevingen. Voor de putten wordt specifiek gekeken naar de afstand tot breukzones en de magnitude van opgetreden aardbevingen.
- Risico van aanslag op de putwand, dit risico blijkt voor de onderzochte putten zeer laag.
- Injectiviteit van de put.

Bij de ligging van de velden en injectielocaties is rekening gehouden met de mogelijke aanwezigheid van kwetsbare gebieden, zoals natuurgebieden en grondwaterbeschermingsgebieden. De locaties bevinden zich buiten kwetsbare gebieden en ook de putten blijven hier buiten.

De geregistreerde lichte seismische activiteiten (aardbeving) hebben er niet toe geleid dat er velden of putten buiten beschouwing moeten worden gelaten. Het risico van zoutoplossing wordt bij alle putten als acceptabel gescoord, maar bij de gasvelden Dalen en De Lutte minder dan bij andere velden, zodat deze twee gasvelden buiten beschouwing worden gelaten. De putten met een lagere injectiviteit dan 500 m<sup>3</sup> per dag worden vooralsnog buiten beschouwing gelaten, aangezien putten met hogere injectiviteit de voorkeur hebben.

In hoofdstuk 11 wordt nader ingegaan op de afweging met betrekking tot mogelijke aardbevingen en zoutoplossing bij deze gasvelden.

#### **Drenthevelden, Schoonebeek Gas en Coevorden**

De inventarisatie heeft er toe geleid dat bij alternatief 4, naast het Rossum Weerselo veld, gebruik wordt gemaakt van twee velden, het Schoonebeek Gasveld en het Coevordenveld. Dit levert samen de benodigde opslag capaciteit van circa 40 miljoen m<sup>3</sup> op. Daarnaast wordt het Oosterhessenveld met capaciteit van 8 miljoen m<sup>3</sup> beschikbaar gehouden, indien de beide velden toch onvoldoende capaciteit blijken te hebben.

Voor het Schoonebeek Gasveld zijn 2 injectielocaties geselecteerd met in totaal 5 putten. Bij het Coevordenveld zijn 6 injectielocaties met 13 putten geselecteerd. In dit alternatief komen er 8 nieuwe injectielocaties bij met in totaal 18 putten.

Indien uitbreiding nodig is, kan bij het Oosterhesselen veld gebruik worden gemaakt van 1 injectielocatie met 2 putten.

Als aandachtspunten voor de geselecteerde velden geldt:

- Nabij Oosterhesselen (en Dalen) bevinden zich grondwaterbeschermingsgebieden
- Nabij de locatie COV-2 en Oosterhesselen bevindt zich de ecologische hoofdstructuur
- Een deel van de locaties van Coevorden bevindt zich niet in Drenthe maar in Overijssel

#### **Onderdelen alternatief 4 : Waterinjectie Twente en Drenthe**

Het alternatief 4: "waterinjectie" bestaat zodoende uit de volgende onderdelen:

- Zuivering van het productiewater (bij een variant)
- Afvoer water naar injectielocaties
- Injectie van productiewater in Twente- en Drenthevelden
- Afvoer van de restproducten

Onderstaand worden deze onderdelen nader uitgewerkt.

#### **Reductie (mijnbouwhulp)stoffen in het productiewater**

Alternatief 4 bestaat uit meerdere varianten, waarbij in toenemende mate stoffen uit het productiewater worden verwijderd. Het alternatief zelf (aangeduid als variant 4.1) is gebaseerd op de huidige werkwijze, waarbij onder meer H<sub>2</sub>S-binder en biocide aan het productiewater worden toegevoegd. De varianten geven de mogelijkheden weer van reductie van stoffen:

- Bij variant 4.2 wordt de toevoeging van biocide aan het productiewater geminimaliseerd. De biocide wordt toegevoegd om stalen leidingen te beschermen. De pijp in pijp constructie zorgt er voor dat productiewater zonder biociden kan worden afgevoerd naar Rossum Weerselo. Voor de afvoer van productiewater naar Schoonebeek Gas en Coevorden kan bacteriologische aantasting ontstaan van de

bestaande buisleidingen naar de injectielocaties. Door deze te vervangen door GRE leidingen, kan het gebruik van biociden geminimaliseerd worden.

- Bij variant 4.3 vindt verdere verbetering van de waterkwaliteit plaats, door de toevoeging van H<sub>2</sub>S-binder te minimaliseren. H<sub>2</sub>S kan de leidingen bij het Schoonebeek olieveld aantasten, zodat voor deze variant ook deze leidingen vervangen moeten worden. Hiermee ontstaat productiewater, met vrijwel alleen nog corrosie-remmer als mijnbouwhulpstof.
- Bij variant 4.4 wordt aanvullend op bovenstaande aanpassingen, tevens verhoogde waarden van CO<sub>2</sub> 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.

Tabel 9.1. Overzicht reductie mijnbouwhulpstoffen bij de varianten van Alternatief 4. Daarbij is de gemiddelde verwachte waarde opgegeven.

Mijnbouwhulpstoffen	eenheid	Variant 4.1	Variant 4.2	Variant 4.3	Variant 4.4
Anti-corrosievloeistof	ton/jaar	175	175	175	175
Biocide	ton/jaar	1.168			
Anti-(bariumsulfaat) aanslagvloeistof	ton/jaar	88	88	88	88
Zuurstofbinder	ton/jaar	26	26	26	26
Waterreiniger	ton/jaar	19	19	19	19
Emulsiebreker	ton/jaar	12	12	12	12
Antischuimmiddel	ton/jaar				
H <sub>2</sub> S-binder	ton/jaar	350	350		
	<b>Totaal</b>	<b>1.838</b>	<b>670</b>	<b>320</b>	<b>320</b>

De bovengenoemde varianten vragen de volgende aanpassingen:

- Vervangen van de transportleiding naar de Drenthevelden (variant 4.2, variant 4.3 en variant 4.4)
- Vervangen van de leidingen in Schoonebeek (variant 4.3 en variant 4.4)
- Aanleg zuiveringsfaciliteiten (variant 4.4):
  - Ontgassing: BTEX (Benzeen, Tolueen, Ethyl Benzeen en Xylenen), H<sub>2</sub>S en CO<sub>2</sub> worden na dosering van een zuur en stripping met stoom of aardgas afgevoerd als stripgas. Dit stripgas wordt mogelijk eerst ontdaan van H<sub>2</sub>S, waarna het resterende BTEX en CO<sub>2</sub> houdende gas in de stoomketel worden verbrand.
  - Chemische sulfide oxidatie van sulfide met ClO<sub>2</sub>. (Het resulterende verhoogd sulfaat gehalte leidt niet tot meer biocide gebruik omdat resistente materialen zijn gebruikt.)

#### Afvoer productiewater naar injectielocaties

Voor waterinjectie wordt uitgegaan van een debiet van circa 8.000 m<sup>3</sup> per dag. Circa 3.000 m<sup>3</sup> kan middels de pijp in pijp constructie worden afgevoerd naar het Rossum Weerselo veld. De overige 5.000 m<sup>3</sup> per dag wordt naar de Drenthevelden afgevoerd.

Bij de varianten 4.2, 4.3 en 4.4 worden nieuwe transportleidingen aangelegd naar de Drenthevelden. Deze volgen zoveel mogelijk bestaande leidingtracés. De ligging wordt getoetst aan de aanwezigheid van kwetsbare gebieden (natuur en drinkwater) en daar waar nodig voorzien van beschermende maatregelen.



Monitoring van de transportleidingen vindt plaats conform de huidige transportleidingen, middels pigging en visuele inspectie. Een leidingbreuk wordt hiermee snel herkend, een kleine lekkage wordt zichtbaar door verkleuring van het gebied in de directe omgeving van de transportleiding.

### Waterinjectie

De putten en putlocaties in Drenthe zullen hiervoor aangepast moeten worden. Na goedkeuring van de putintegriteit en aanpassingen door SodM kunnen deze putten voor waterinjectie benut worden. Bij de Drenthevelden wordt nagegaan of aanvullende geofoons geplaatst moeten worden.

### Afvoer van de restproducten

Alleen bij de variant met waterzuivering (4.4) zal een restproduct ontstaan, in de vorm van stripgas. Dit stripgas wordt mogelijk eerst ontdaan van H<sub>2</sub>S, waarna het resterende BTEX en CO<sub>2</sub>-houdende gas in een stoomketel op de OBI wordt verbrand.

### Waterinjectie in de Drenthevelden – Stichting Stop Afvalwater Twente

Bij volledige waterinjectie, zoals beschreven bij dit alternatief, is in de uitgebreide lijst de mogelijkheid opgenomen uitsluitend gebruik te maken van de leeg geproduceerde velden in Drenthe. De Stichting Stop Afvalwater Twente heeft voorgesteld deze optie in de verdere uitwerking mee te nemen (zie bijlage 3).

De Stichting stelt voor gebruik te maken van gasvelden waarin niet onder zout maar onder kleilagen water kan worden opgeslagen. In Zuidoost Drenthe betreft dit alleen het Roswinkelveld. In het MER in 2006 is dit veld echter afgefallen vanwege de risico's op aardbevingen. In het verleden hebben zich bij Roswinkel aardbevingen voorgedaan tot een kracht van 3,4 op de schaal van Richter (in 1997).

Uit een inventarisatie van putten en velden blijkt dat waarschijnlijk op termijn voldoende opslagcapaciteit beschikbaar zal zijn in andere Drenthevelden. De bevindingen voor het gebruik van Drenthevelden zullen op hoofdlijnen vergelijkbaar zijn met het gebruik van een combinatie van Twente en Drenthe velden, met vooral extra aandacht voor transportleidingen, aangezien aanvullende reservoirs op grotere afstand van de oliewinning gevonden moeten worden.

## 9.5 Referentiesituatie: Huidige situatie injectie in Twente

### Huidige vergunning: Geen zuivering en afvoer naar bestaande Twentevelden met nieuwe transportcapaciteit

Als referentiesituatie wordt voortzetting van de huidige situatie meegenomen in de afweging. Hierbij vindt waterinjectie plaats in de Twentevelden, volgens de huidige vergunning. De totale beschikbare opslagcapaciteit in de Twentevelden bedraagt circa 51 miljoen m<sup>3</sup>. Wellicht dat in de zandsteenformatie bij het Tubbergenveld aanvullend nog circa 8 miljoen m<sup>3</sup> beschikbaar is. Dit is onvoldoende voor de opslag van alle vrijkomend productiewater (nog circa 75 miljoen m<sup>3</sup>) gedurende de gehele oliewinning Schoonebeek. Er zal zodoende op de langere termijn aanvullende capaciteit buiten Twente gevonden moeten worden. In de referentiesituatie is daar nog geen uitspraak over gedaan, maar wordt aangenomen dat dit na een periode van circa 10 tot 15 jaar alsnog mogelijk is.

### Geen waterzuivering

Bij de referentiesituatie vindt er na de waterscheiding bij de OBI geen waterzuivering plaats. De samenstelling van het productiewater, inclusief de mijnbouwhulpstoffen, is conform de situatie, zoals

geschetst in hoofdstuk 4, maar zonder of minimaal gebruik van biociden. Er worden geen waterstromen meer toegevoegd aan het productiewater.

#### **Watertransport volledige hoeveelheid productiewater**

In de referentiesituatie vindt op korte termijn waterafvoer plaats via de pijp in pijp constructie (maximaal circa 3.000 m<sup>3</sup> per dag) naar waterinjectielocaties van het Rossum Weerselo veld. In de nabije toekomst zal de transportleiding worden vervangen door een nieuwe leiding die het totale volume van circa 8.000 m<sup>3</sup> per dag kan transporteren. Uitgangspunt in de referentiesituatie is dat de transportleidingen naar de overige injectielocaties, bij Tubbergen Mander en Tubbergen, zullen worden vervangen om aantasting te voorkomen. Bij de referentiesituatie vindt zodoende op korte termijn alleen waterinjectie plaats bij Rossum Weerselo en op langere termijn in alle drie de Twentevelden.

De mogelijkheid bestaat om een zogenaamd boosterstation bij De Hulte te plaatsen. Hiermee kan de transportcapaciteit van de pijp in pijp leiding vergroot worden. In dat geval hoeft geen vervanging van de transportleiding plaats te vinden. Dit wordt gezien als een mogelijke optimalisatie.

#### **Beschikbare injectiereservoirs in Twente**

De referentiesituatie maakt gebruik van alle vergunde velden en locaties in Twente, zowel Rossum Weerselo als Tubbergen Mander en Tubbergen, zoals weergegeven in tabel 4.1. Er wordt gebruik gemaakt van de kalkformaties en de zandsteenformatie. Voor de zandsteenformaties geldt dat de injectiviteit relatief laag is, zodat hier mogelijk injectie onder fracking condities nodig zal zijn om voldoende water te kunnen injecteren. Zoals eerder beschreven, wordt in dat geval onder grotere druk waterinjectie toegepast (zie kader in hoofdstuk 4.1.4). Het is de verwachting dat dit voldoende opslagcapaciteit geeft voor de komende 10 tot 15 jaar.

## 10 Stap 3a: Toetsingsmethodiek

### Toetsing op hoofdlijnen in Tussenrapport, gebruikmakend van de CE-afwegingsmethodiek

De toetsing van de gepresenteerde alternatieven vindt in dit Tussenrapport op hoofdlijnen plaats. Dit is in lijn met het voorstel van de Commissie voor de m.e.r. die stelt:

*“De Commissie adviseert in dit stadium het onderzoek te beperken tot datgene wat nodig is om de alternatieven op een betrekkelijk grofmazig abstractieniveau te kunnen presenteren. Het gaat immers om een verkenning van oplossingsrichtingen op hoofdlijnen. Daartoe is het voldoende om die alternatieven/ oplossingsrichtingen op een aantal voor- en nadelen en mogelijke effecten en risico's te beoordelen.”*

Om te komen tot een zo compleet mogelijke toetsing op hoofdlijnen, is de opzet van de CE-afwegingsmethodiek gebruikt, maar zijn de onderdelen daarin deels kwalitatief uitgevoerd, zodanig dat de onderscheidende aspecten tussen de verschillende alternatieven goed zichtbaar zijn gemaakt.

Na het bestuurlijke besluitvormingsproces wordt de CE-afwegingsmethodiek toegepast om alternatieven in detail uit te werken. Zowel in dit Tussenrapport als naderhand bij de detailuitwerking staat de CE-afwegingsmethodiek centraal.

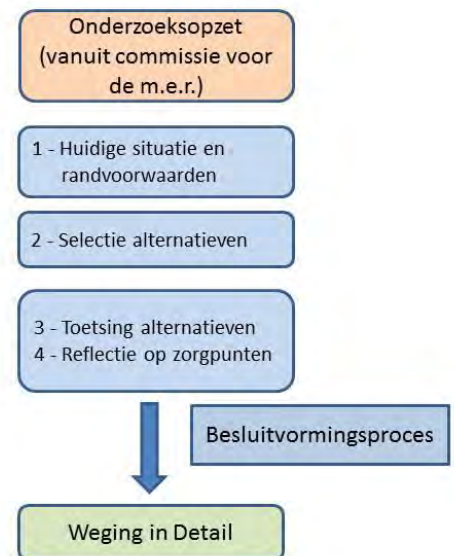
In dit hoofdstuk wordt de afwegingsmethodiek zelf toegelicht, inclusief de aanpassingen die vanuit voortschrijdend inzicht zijn gemaakt. In hoofdstuk 11 wordt nagegaan, in hoeverre wordt voldaan aan de randvoorwaarden voor ondergrondse opslag, zodat de alternatieven waar waterinjectie onderdeel van uit maakt, daadwerkelijk meegewogen kunnen worden. In hoofdstuk 12 worden de alternatieven getoetst aan de aspecten Milieu, Risico korte en lange termijn en Kosten.

### 10.1 Kader

In deze herafweging zijn verschillende alternatieven voor de verwerking van productiewater met elkaar vergeleken. In het MER Schoonebeek is hiervoor de zogenaamde CE-afwegingsmethodiek toegepast. Vooraf is de vraag opgeworpen of het toepassen van dezelfde methodiek niet automatisch zal leiden tot dezelfde uitkomst, en of daarmee de CE-afwegingsmethodiek wel het meest geëigende instrument is.

De CE-afwegingsmethodiek vormt een kader, waarbinnen alle bepalende factoren naast elkaar inzichtelijk worden gemaakt. Voorafgaand aan de afweging wordt bepaald in hoeverre aangereikte alternatieven wel toegestaan zijn. De methodiek leidt daarmee niet tot een specifiek voorkeursalternatief, maar zorgt er voor dat de gevolgen van keuzes inzichtelijk worden gemaakt. In dat opzicht zijn er parallellen te vinden met de m.e.r.-systematiek.

Het is uiteraard mogelijk het kader van de CE-afwegingsmethodiek uit te breiden of aan te passen. Naar aanleiding van eerder uitgevoerde onderzoeken, zijn er voorstellen gedaan voor uitbreiding van het kader. Onderstaand wordt een toelichting gegeven op de CE-afwegingsmethodiek, de voorgestelde aanpassingen en de wijze waarop de uitgebreide CE-afwegingsmethodiek in dit onderzoek is meegenomen.



## 10.2 Totstandkoming van CE-afwegingsmethodiek in 2004

De CE-afwegingsmethodiek is door CE Delft in 2004 opgesteld, toen werd geconstateerd dat de bestaande wetgeving met betrekking tot verwerking van de waterstromen bij olie- en gaswinning niet in detail was uitgewerkt. Vooral de vraag wanneer injectie in de diepe ondergrond is toegestaan en wanneer bovengrondse verwerking de voorkeur heeft, werd in de toenmalige wetgeving niet afdoende onderbouwd. Dit heeft geleid tot verschillende interpretaties, discussies en juridische procedures [Ref. Met water de diepte in, CE, 2004].

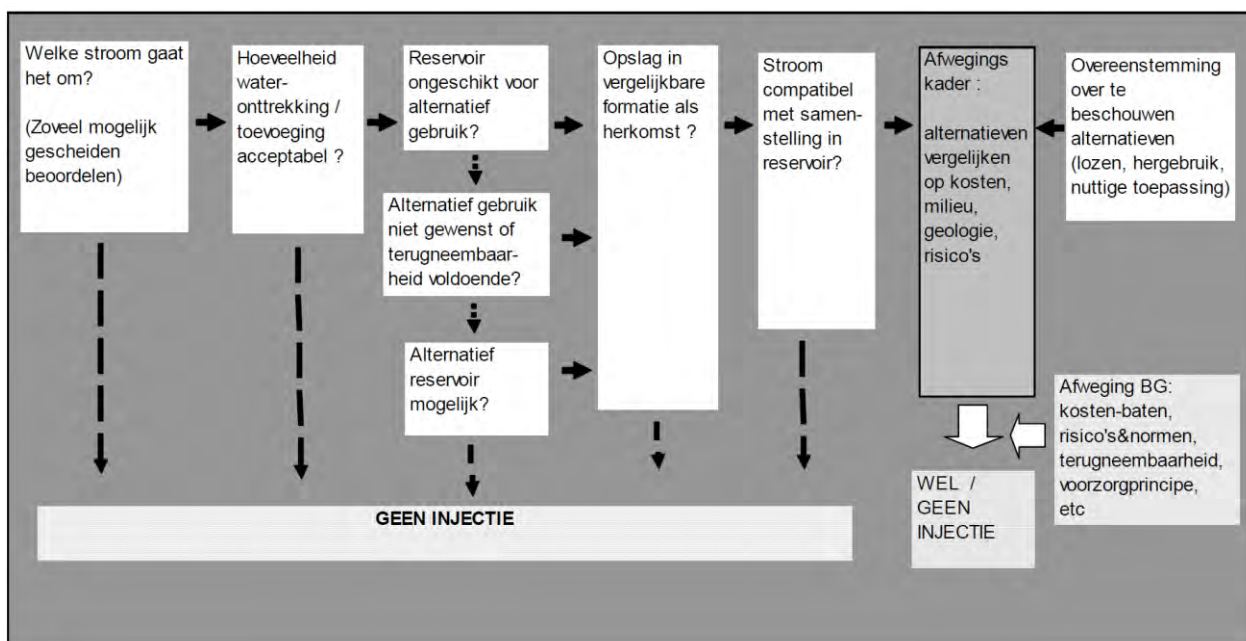
In 2004 gaf het Landelijk Afvalbeheer Plan (LAP) aan dat, hoewel injectie in principe niet is toegestaan, het mogelijk is vergunning te verlenen als door onderzoek kan worden aangetoond dat injectie milieuhygiënisch gezien de voorkeur verdient of dat de kosten van alternatieven niet in verhouding staan tot de milieuhygiënische voordelen. De milieuhygiënische effecten kunnen middels een LCA in beeld gebracht worden. Deze techniek is sterk gericht op het bepalen van milieubelasting in de biosfeer. Ondergrondse effecten kunnen er niet goed mee worden beoordeeld. Daarnaast is de methode vooral gericht op continue emissies en blootstelling daaraan, terwijl er bij injectie ook effecten spelen waarvan niet zeker is of en wanneer ze zullen optreden. Om te komen tot een meer gebalanceerde afweging, heeft CE Delft samen met de bevoegde gezagen en experts uit het werkveld, een breder afwegingskader ontwikkeld [Ref. Met water de diepte in, CE, 2004].

In een MER komen alleen de milieueffecten in de biosfeer aan bod. Waterinjectie heeft vrijwel geen effect op de biosfeer doordat het water in de diepe ondergrond terecht komt. Hierdoor scoort waterinjectie in een reguliere MER altijd beter dan alternatieven waarbij het productiewater in de biosfeer wordt verwerkt. Om de gevolgen van waterinjectie op de ondergrond mee te nemen in de afwegingen, zijn in het bredere afwegingskader naast milieu en kosten tevens de risico's voor de korte termijn (tijdens de uitvoering) en lange termijn meegenomen (mogelijke gevolgen voor volgende generaties). De methodiek waarmee dit afwegingskader wordt toegepast, is vervolgens bekend geworden onder de naam CE-afwegingsmethodiek.

## 10.3 Toelichting CE-afwegingsmethodiek

De alternatieven die gebruik maken van ondergrondse opslag, dienen te voldoen aan een aantal randvoorwaarden, voordat ze vergeleken kunnen worden met andere alternatieven. Als voor een ondergrondse opslag alternatief niet aan de randvoorwaarden voldaan wordt, dan hoeft deze ook niet meer in de afweging meegenomen te worden. De methodiek bestaat daardoor uit twee stappen, zoals in het onderstaande schema is weergegeven:

- Randvoorwaarden (zie hoofdstuk 11). Eerst vindt er een toetsing plaats van de geschiktheid van mogelijk reservoirs voor de opslag van het water. Daarbij wordt bekeken om welke waterstromen het gaat (betreft het alleen water uit de diepe ondergrond of vindt er menging plaats met andere waterstromen van de productielocatie?), is het reservoir geschikt en eventueel al bestemd voor alternatief gebruik?, is het opgeslagen water terugneembaar? vindt de opslag plaats in een vergelijkbare formatie als de herkomst? En is de samenstelling van de te injecteren stroom compatibel met de samenstelling in het reservoir?
- Doelmatigheidstoets (zie hoofdstuk 12). Indien aan bovenstaande randvoorwaarden wordt voldaan, worden ze meegenomen in een bredere afweging tussen alternatieven waarin wel of geen waterinjectie plaatsvindt. Deze bredere afweging bestaat uit een LCA in combinatie met het bepalen van risico's zowel op de korte als de lange termijn en de te verwachten kosten. Deze onderdelen geven een beeld van de gevolgen van ieder alternatief en kunnen onderling worden vergeleken. De methode doet geen uitspraak over voorkeuren voor alternatieven. Het is aan de initiatiefnemer en het bevoegde gezag om de keuzes te maken.



Figuur 10.1: Stappenschema van het CE-afwegingsmethodiek.

### Eerdere toepassing CE afwegingsmethodiek

In 2004 is de CE-afwegingsmethodiek uitgewerkt en vervolgens in een aantal concrete gevallen toegepast, zoals bij het MER Schoonebeek in 2006. De specifieke uitwerking van deze methodiek is daarbij door de Commissie voor de m.e.r. getoetst. Vervolgens is de methodiek nog een keer afzonderlijk getoetst door de Commissie voor de m.e.r., in 2007. In beide gevallen heeft de Commissie positief geoordeeld over de toepassing van de CE-afwegingsmethodiek. Er zijn door de Commissie suggesties gedaan voor de verbetering van de methodiek, welke in dit rapport zijn doorgevoerd.

## 10.4 Uitbreiding zoals door Commissie voor de m.e.r. is voorgesteld

De Commissie m.e.r. heeft in 2007 de volgende verbeterpunten voorgesteld:

*'Hoewel de afwegingsmethodiek veel van de relevante aspecten belicht, zouden naar de mening van de Commissie de volgende aspecten in de methodiek als onderstaand gestructureerd en inhoudelijk meer concreet aan de orde kunnen komen.'*

Tabel 10.1. Overzicht voorstellen commissie voor de m.e.r.

Aard aspect	Inhoud
Milieutechnisch	afwegingen maken met betrekking tot preventie
Beleidsmatig	vaststellen van het juiste juridisch kader
Beleidsmatig	strategische reservering andere toepassingen
Milieutechnisch	beoordeling van terugneembaarheid / eigenheid reservoir
Milieutechnisch	beoordeling van risico's conform de EU standaarden
milieutechnisch	beoordeling van de milieueffecten door middel van LCA*
beleidsmatig	kostenafweging koppelen aan LCA*

\* LCA = Levens Cyclus Analyse

Deze rapportage beschrijft de herafweging op hoofdlijnen. Bij het hierop volgende detailonderzoek zullen alle bovenstaande aspecten expliciet aan de orde komen. In deze rapportage zijn de eerste vier aspecten getoetst, waarbij geschiktheid van reservoirs centraal staat.

### **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.*

Zowel qua hoeveelheid productiewater als de hoeveelheid toegevoegde stoffen, zoals mijnbouwhulpstoffen, wordt per alternatief beschreven welke mogelijkheden zijn benut om tot beperking van de hoeveelheden te komen.

### **Juridische 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.*

Voor alle alternatieven wordt expliciet aangegeven hoe dit past binnen het juridisch kader.

### **Strategisch reservering**

*Naar de mening van de Commissie zal hier in de praktijk vooral sprake zijn van mogelijke berging van CO<sub>2</sub> (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**

*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.*

### **LCA**

*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.*

### **Kosten**

*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.*

## 10.5 Toepassing CE-afwegingsmethodiek

Nieuwe technische mogelijkheden, die sinds 2004 zijn ontwikkeld, kunnen worden ingepast in de CE-afwegingsmethodiek. Ook verandering in kosten of risico's kunnen in de afweging worden meegenomen. Een belangrijk verschil tussen 2004 en 2015 is het verzoek de publieke acceptatie te koppelen aan de CE-afwegingsmethodiek. Iedere benutting van de ondergrond brengt een bepaalde mate van onzekerheid met zich mee. Deze onzekerheid heeft tot voor kort geen belemmering opgeleverd bij de winning van delfstoffen. Sinds onder meer de discussie over CO<sub>2</sub>-opslag bij Barendrecht is er geleidelijk aan steeds meer weerstand ontstaan tegen verschillende vormen van ondergrondse benutting. Daarbij worden risico's en perceptie van risico's als redenen aangevoerd om activiteiten niet uit te voeren. De CE-afwegingsmethodiek doet geen uitspraken over de gevoelens van onrust bij de bevolking, hoewel dit voor het realiseren van projecten wel van belang is. Om aan deze gevoelens van zorg recht te doen, wordt hier aanvullend aandacht aan besteed.

Een deel van de zorgpunten worden in de CE-afwegingsmethodiek in de vorm van mogelijke risico's meegenomen en zo goed mogelijk beantwoord. Figuur 1.3 laat zien hoe voorafgaand aan de CE-afweging de zorgpunten worden benoemd en vervolgens na het in beeld brengen van de verschillende componenten van de CE-afweging, bekeken wordt in hoeverre dit antwoord geeft op de zorgpunten. Voor de benutting van de ondergrond blijft er een onzekerheid, doordat de ondergrond niet zo zichtbaar is als de bovengrond. Veranderingen kunnen mogelijk pas later worden gesignaleerd en het is sowieso erg lastig om voor de langere termijn met zekerheid uitspraken te doen.

In essentie gaat het er om welke mate van onzekerheid acceptabel is. Indien 100% zekerheid wordt gevraagd, is iedere activiteit onmogelijk en daarmee ook de benutting van de ondergrond. Het niet benutten van de ondergrond kan er echter toe leiden dat er meer activiteiten bovengronds in de biosfeer moeten worden uitgevoerd, eveneens met risico's. Vooralsnog wordt er daarom van uitgegaan dat een beperkte mate van onzekerheid wordt geaccepteerd, mits eventuele gevolgen beperkt en beheersbaar zijn.

## 11 Stap 3b: Toetsing randvoorwaarden waterinjectie

Bij de eerste stap van de CE afwegingsmethodiek wordt nagegaan of de waterstroom in aanmerking komt voor opslag in ondergrondse reservoirs (toets waterstroom). Daarna wordt bepaald in hoeverre beschikbare reservoirs in aanmerking komen voor waterinjectie. Tot slot wordt nagegaan of de samenstelling van het te injecteren water geschikt is voor de opslag in een specifiek reservoir (aangeduid als compatibiliteit of bodemeigenheid). De randvoorwaarden worden onderstaand weergegeven. Hieraan toegevoegd is de voorgestelde aanscherping door de Commissie voor de m.e.r. uit 2007 (zie hoofdstuk 10.4).

In eerste instantie wordt kort ingegaan op de selectie van de reservoirs, zoals deze door de NAM is uitgevoerd. Er wordt een beschrijving gegeven van de reservoirs, zoals deze uit de afweging van de uitgebreide lijst naar voren zijn gekomen als meest voor de hand liggend. Daarbij wordt expliciet aandacht besteed aan het voorkomen van aardbevingen en oplossing van zoutlagen.

### 11.1 Selectie van reservoirs

De toetsing van randvoorwaarden heeft betrekking op Alternatief 3 en 4, aangezien in deze alternatieven gebruik wordt gemaakt van waterinjectie. Toetsing van de huidige situatie (Referentiesituatie 5) heeft in het MER in 2006 plaatsgevonden. Deze alternatieven maken gebruik van de Zechsteinreservoirs bij Rossum Weerselo, Schoonebeek Gas, Coevorden en Oosterhesselen.

#### 11.1.1 Rossum Weerselo veld

##### Reservoir van Rossum-Weerselo

In Rossum-Weerselo zijn drie reservoirs aanwezig (zie figuur 11.1)

Zandsteenreservoir:

- Het diepste reservoir wordt gevormd door zandsteenlagen, die toebehoren aan het Carboon. In het daarbovenliggende Zechstein zijn twee reservoirs, die uit dolomitische kalksteen bestaan, het diepere "Zechstein 2 Carbonaat" (afgekort als ZE2C) en het ondiepere "Zechstein 3 Carbonaat" (afgekort als ZE3C).

Twee kalksteenreservoirs:

- Het ZE2C reservoir is gemiddeld 42 m dik en wordt van het onderliggende Zechstein 1 zout afgeschermd door de ondoorlaatbare Zechstein 1 dakanhydriet, die in Rossum-Weerselo gemiddeld 30 m dik is. Verder is het ZE2C reservoir door de circa 8 m dikke en ondoorlaatbare Zechstein 2 Anhydriet van het bovenliggende, circa 20 m dikke, Zechstein 2 zout afgeschermd.
- Het circa 42 m dikke ZE3C reservoir is op zijn beurt van het onderliggende Zechstein 2 zout door de ondoorlaatbare Zechstein 2 Dakanhydriet en de Grijs Zoutklei (circa 9 m dik) gescheiden. De circa 5 m dikke Zechstein 3 Anhydriet schermt het ZE3C reservoir af van het bovenliggende Zechstein 3 Zout.

##### Afdekkende lagen

Het Zechstein 3- en Zechstein 4 Zout (30-50 m) vormen de bovenste laag van het Zechstein. Boven het Zechstein volgt een pakket van kleisteen en siltsteen (Trias), kleisteen (Altena, Onder Jura), kleisteen en mergel (Onder Krijt) en kleisteen en zand/siltsteen (Tertiair). Dit gecombineerde pakket van verschillende formaties is in Rossum-Weerselo ca. 1000-1500 m dik.



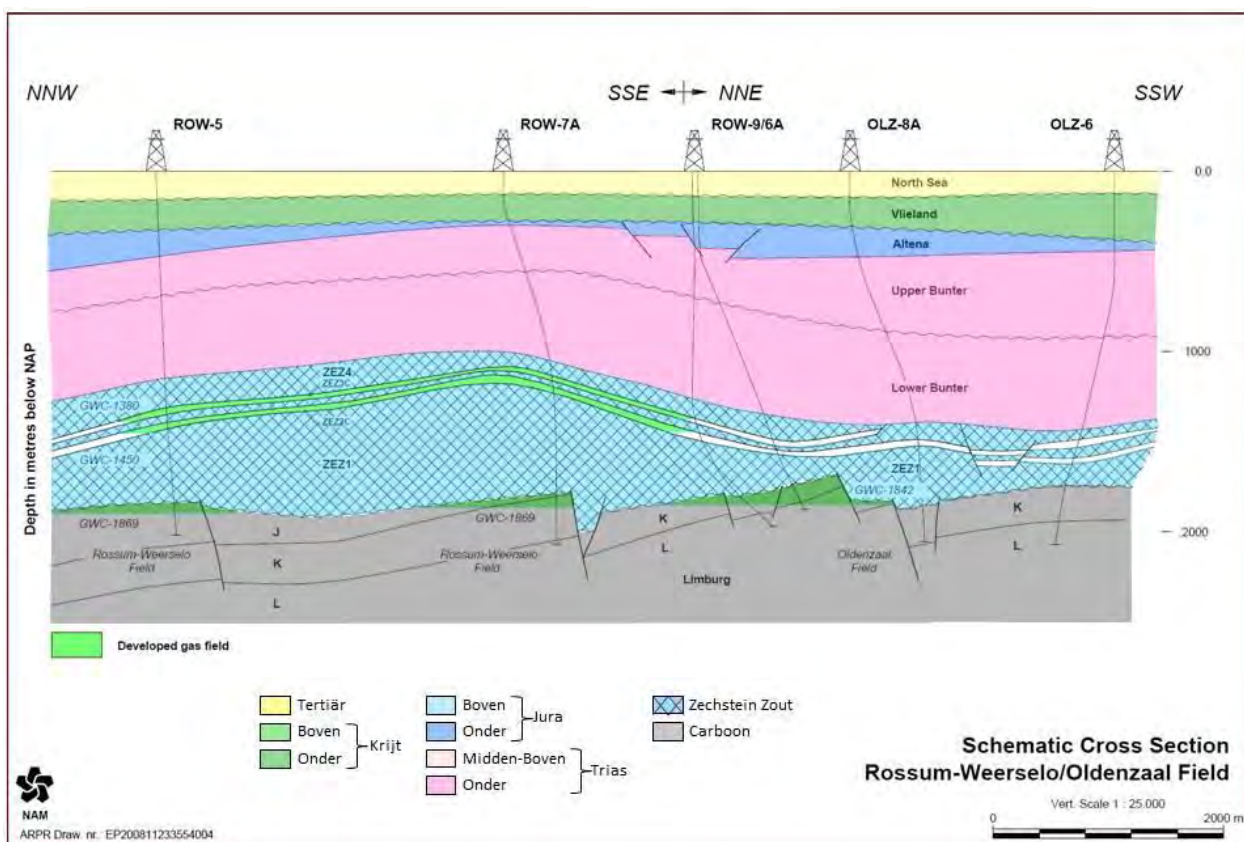
### Breukzones

Relatief kleine breuken ter hoogte van de ZEZ2C en ZEZ3C, kunnen lokaal contact met omringende zouten en deze reservoirs veroorzaken. Gezien het hier om relatief kleine oppervlakten gaat en het zout voor injectie water (of andere vloeibare of gasvormige componenten in het reservoir) een impermeabele laag vormt, zijn slechts zeer beperkte oplossingsverschijnselen te verwachten. Gezien ook het ondiepere ZEZ3C reservoir naar boven toe met een zoutlaag (het Zechstein 3 en 4 zout) bedekt is, kunnen breuken, die een contact tussen reservoir en de oppervlakte (maaiveld) zouden kunnen veroorzaken, niet ontstaan, vanwege de plasticiteit van dit zout.

### Putten

De put ROW-1 werd geboord in 1943, maar was onsuccesvol (de boring was onvoldoende diep). In 1955 werd aardgas gevonden met behulp van put ROW-2. De overige putten van in totaal 10 putten op 5 locaties, zijn geboord tussen 1968 en 1996. Twee van deze putten hebben één of meerdere sidetracks. Het Rossum-Weerselo gasveld telt momenteel geen gasproductieputten meer. 6 putten op 4 locaties worden gebruikt voor waterinjectie en 4 putten zijn geabandonneerd, dan wel gesuspenderd (afgesloten).

In sommige gevallen, meestal als tijdens het boren problemen ontstaan waardoor het boorgat niet de gewenste diepte kan bereiken, kan besloten worden tot het sidetracken van deze put. Het boorgat wordt dan op een bepaalde hoogte afgesloten, waarna vervolgens vanuit het oorspronkelijke boorgat een nieuwe put (vertakking) wordt geboord. Dit sidetracken kan meerdere keren per put worden gedaan, tot het gewenste resultaat is bereikt. Voor de putten in de beoogde velden voor waterinjectie geldt dat er slechts één boorgat in contact staat met het reservoir.



Figuur 11.1: Schematisch overzicht van de geologische formaties van het Rossum Weerselo veld

### 11.1.2 Schoonebeek Gas veld

#### Reservoir van Schoonebeek Gas

Het Schoonebeek gas reservoir (zie figuur 11.2) wordt gevormd door het Zechstein 2 Carbonaat, een dolomitische kalksteen van 70 – 200 m dikte. Naar beneden toe is de ZE2C begrenst door de Zechstein 1 anhydriet met een variabele dikte van 150 – 250 m. Aan de bovenkant van de ZE2C bevindt zich de Zechstein 2 anhydriet (circa 6 m), welke de ZE2C afschermt tegen het bovenliggende Zechstein 2 zout (200-300m), waarin zich fragmenten van de Zechstein 3 cyclus bevinden.

#### Afdekkende lagen

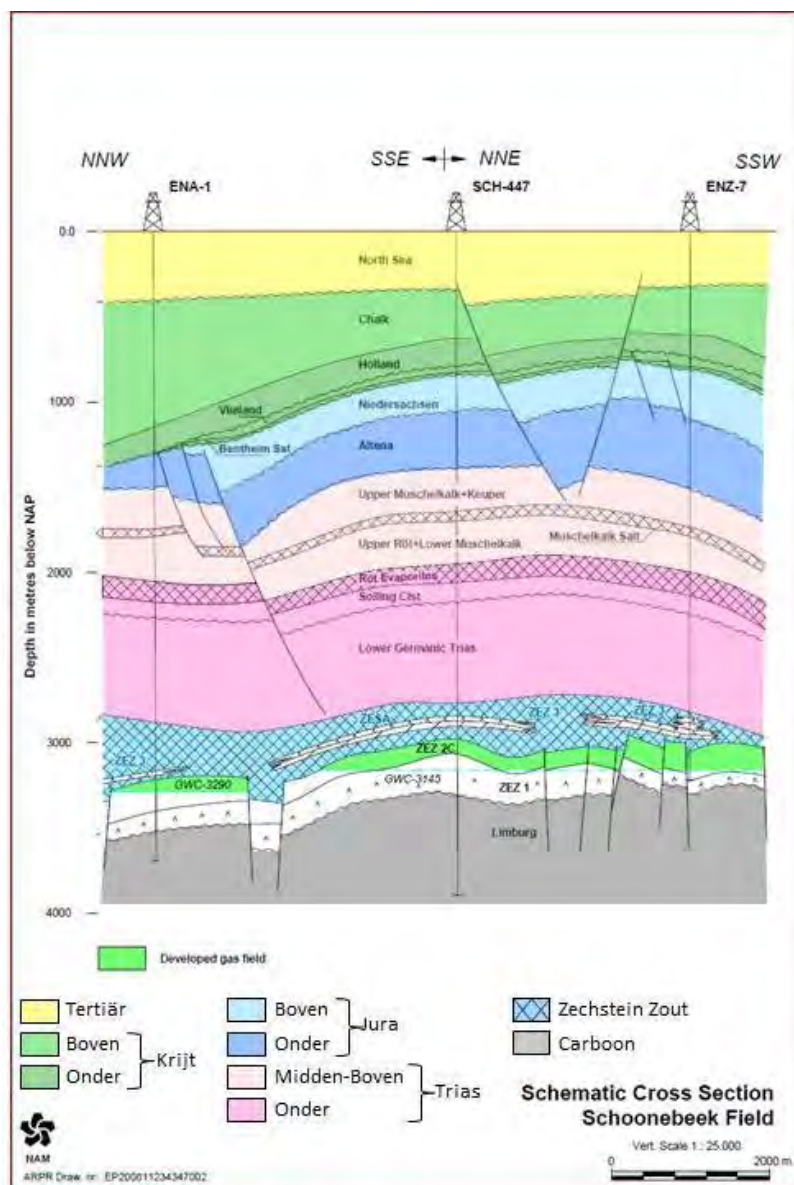
Boven het Zechstein bevinden zich circa 1.500 m kleisteen, siltsteen, zout, kalksteen en mergelsteen van de Trias (Bontzandsteen, Muschelkalk en Keuper). Hierop volgen de Altena en Niedersachsen, behorend tot de Onder en Boven Jura en bestaand uit Kleisteen (Altena) en een compositie van kleisteen met zand en kalk/mergelsteen banken (Niedersachsen), samen met een gemiddelde dikte van circa 450 m. De Jura wordt opgevolgd door Onder- en Boven Krijt met aan de basis de Benteim Zandsteen, die het Schoonebeek Oliereservoir vormt (circa 30 m) gevolgd door klei en mergelsteen van het Onder Krijt en kalksteen (krijtsteen) van het Boven Krijt (totale dikte circa 450 - 850 m). Het Krijt is overdekt door circa 400 m dikke kleisteen en zanden uit het Tertiair.

#### Breuken

Breuken op reservoir (ZE2C) niveau kunnen lokaal contact tussen reservoir en het bovenliggende zout (het Zechstein 2 zout) veroorzaken, afhankelijk van de verzetting van een dergelijke breuk (reservoir contact met de massieve onderliggende en zeer slecht oplosbare Zechstein 1 anhydriet is ook mogelijk). Evenals onder "Rossum-Weerselo" beschreven, is het oppervlak, waar zout in contact is met het reservoir relatief klein en zout vormt bovendien een impermeabele grens voor geïnjecteerd water, waardoor oplossingsverschijnselen in slechts zeer beperkte mate kunnen worden verwacht. Het massieve Zechstein 2 zout boven het reservoir, voorkomt dat er breuken kunnen bestaan, die een verbinding tussen het reservoir en de oppervlakte (maaiveld) kunnen veroorzaken

#### Putten

Het Schoonebeek gasveld werd ontdekt in 1957 met het boren van de put SCH-313, een put die werd geboord als onderdeel van het Schoonebeek olieveld. In totaal zijn 10 putten geboord op 4 locaties, de overige putten zijn geboord tussen 1968 en 1995. Vier van deze putten hebben één of meerdere sidetracks. Momenteel telt het Schoonebeek gasveld 4 gasproductieputten, 3 waterinjectieputten (waarvan 1 actief wordt gebruikt) en 2 geabandoneerde putten. Ook bevindt zich de SIMwell-put in het veld, een put die uitsluitend wordt gebruikt voor trainingsdoeleinden.



Figuur 11.2: Schematisch overzicht van de geologische formaties van het Schoonebeek Gas veld

### 11.1.3 Coevorden veld

#### Reservoir van Coevorden

In het Coevorden gas veld ( zie figuur 11.3) bevinden zich twee reservoirs:

- het dieper gelegen Carboon bestaand uit zand- en kleisteenlagen
- het ondiepere Zechstein 2 Carbonaat (ZEZ2C), een dolomitische kalksteen met een dikte variërend tussen circa 40 -75 m. Naar beneden toe is dit reservoir begrensd door de ondoorlaatbare Zechstein 1 anhydriet (ZEZ1W), die in dikte variërend tussen circa 40 – 65 m. Naar boven toe wordt de ZEZ2C begrensd door een continue en ondoorlaatbare anhydriet laag van ca 5 m dikte, die het reservoir afschermt van het bovenliggende Zechstein 2 zout, van enkele honderden meters dikte (250 -500m).

#### Afdekkende lagen

Boven het Zechstein bevinden zich kleisteen, siltsteen, zout en kalk/kalkmergelsteen lagen van de Trias (Bontzandsteen in het zuidoosten en Bontzandsteen en Muschelkalk in het centrale- noordwestelijk gedeelte van het veld, met een dikte, die varieert van ca 150 tot 1000 m). De Trias wordt in een gedeelte

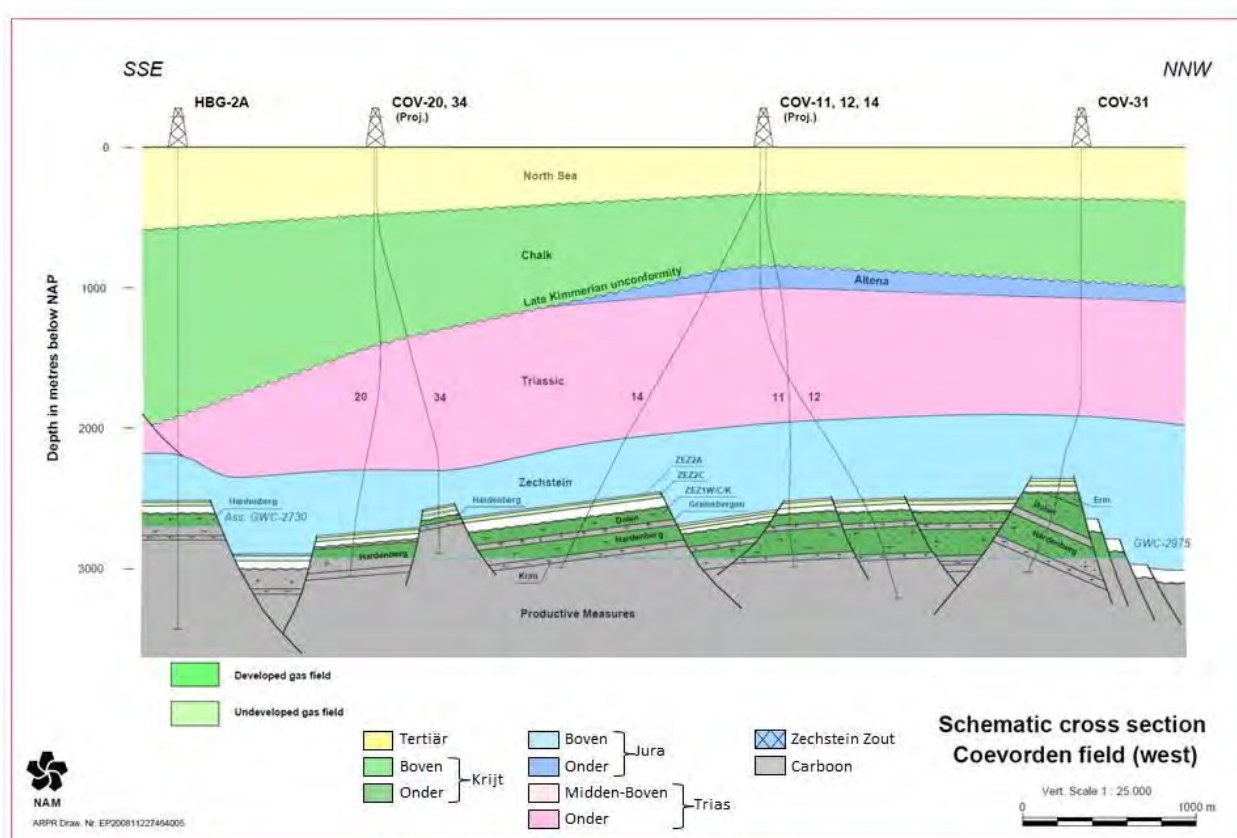
van het veld opgevolgd door de kleisteen van Altana (onder Jura, 0 – 100 m dik) of door de Kalkstenen van het Boven Krijt (circa 500 – 1.200 m). Het Krijt is overdekt met circa 400 m dikke kleisteen en zanden van het Tertiair.

### Breuken

Breuken op reservoir (ZEZ2C) niveau kunnen lokaal contact tussen reservoir en het bovenliggende zout (het Zechstein 2 zout) veroorzaken, afhankelijk van de verzet richting van een dergelijke breuk (reservoir contact met de massieve onderliggende en zeer slecht oplosbare Zechstein 1 anhydriet is ook mogelijk). Evenals onder “Rossum-Weerselo” beschreven, is het oppervlak, waar zout in contact is met het reservoir relatief klein en zout vormt bovendien een impermeabele grens voor geïnjecteerd water, waardoor oplossingsverschijnselen in slechts zeer beperkte mate kunnen worden verwacht. Het massieve Zechstein 2 zout boven het reservoir, voorkomt dat er breuken kunnen bestaan, die een verbinding tussen het reservoir en de oppervlakte (maaiveld) kunnen veroorzaken

### Putten

Het Coevorden gasveld werd in 1947 ontdekt met het boren van de put COV-2. De put COV-1 is reeds geboord in 1942, maar was onsuccesvol (de boring was onvoldoende diep). In totaal telt het Coevorden gasveld 59 putten op 17 locaties, geboord tussen 1947 en 2015. Achttien van deze putten hebben één of meerdere sidetracks. Momenteel telt het Coevorden gasveld 44 operationele gasproductieputten, 4 gesuspendeerde gasproductieputten, 1 waterinjectieput (wordt niet gebruikt) en 10 geabandonneerde putten.



Figuur 11.3: Schematisch overzicht van de geologische formaties van het Coevorden veld

### 11.1.4 Oosterhesselen reservoir

#### Reservoir van Oosterhesselen

Bij het reservoir van Oosterhesselen (zie figuur 11.4) wordt het bovenste, ondiepste Zechstein kalksteenreservoir (ZEZ2C) afgedekt door een lateraal continue, ondoorlaatbare en onoplosbare Anhydrietlaag. Daarboven volgt een zout pakket.

In het Oosterhesselen veld (zie figuur 11.4) bevinden zich twee reservoirs:

- het diepere Carboon, bestaande uit zandsteen en kleisteen lagen
- het ondiepere Zechstein 2 Carbonaat (ZEZ2C), een dolomitische kalksteen van circa 50 m dikte. Naar beneden toe is de ZEZ2C afgeschermd door de ondoorlaatbare Zechstein 1 Anhydriet lag van ca. 45 m dikte en aan de bovenkant bevindt zich de 3-5 m dikke en continue ondoorlaatbare Zechstein 2 anhydriet, die het reservoir van het Zechstein 2 zout (300 - > 500m) afschermt.

#### Afdekkende lagen

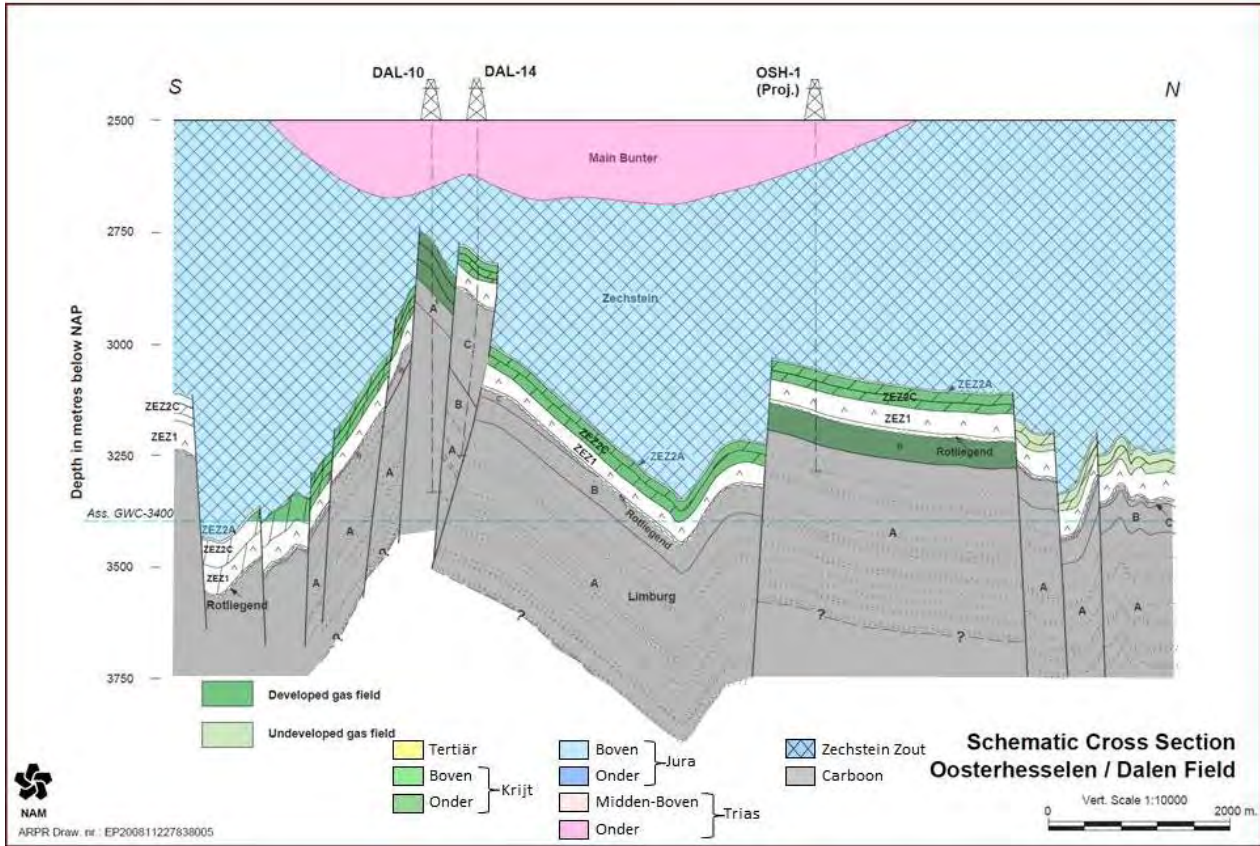
De Trias, die boven de Zechstein volgt, bestaat uit klei-, siltsteen en zout uit de Bontzandsteen en kalk-, klei en mergelsteen uit de Muschelkalk en Keuper formaties (ca > 1000m). Op de Trias volgen kleisteen uit de Onder Jura en klei- kalk- en mergelsteen uit de Boven Jura (ca. 250 m), gevolgd door zandsteen (Bentheim Zandsteen), klei- en mergelsteen uit het Onder Krijt en Kalksteen uit het Boven Krijt. De dikte van het gehele Krijt bedraagt circa 950 m. Aan de bovenkant van de geologische sectie bevinden zich circa 400 m kleisteen en zanden uit het Tertiair.

#### Breuken

Breuken op reservoir (ZEZ2C) niveau kunnen lokaal contact tussen reservoir en het bovenliggende zout (het Zechstein 2 zout) veroorzaken, afhankelijk van de verzet richting van een dergelijke breuk (reservoir contact met de massieve onderliggende en zeer slecht oplosbare Zechstein 1 anhydriet is ook mogelijk). Evenals onder "Rossum-Weerselo" beschreven, is het oppervlak, waar zout in contact is met het reservoir relatief klein en zout vormt bovendien een impermeabele grens voor geïnjecteerd water, waardoor oplossingsverschijnselen in slechts zeer beperkte mate kunnen worden verwacht. Het massieve Zechstein 2 zout boven het reservoir, voorkomt dat er breuken kunnen bestaan, die een verbinding tussen het reservoir en de oppervlakte (maaiveld) kunnen veroorzaken

#### Putten

Het Oosterhesselen gasveld werd in 1973 ontdekt met het boren van de put OSH-1. In totaal zijn 6 putten geboord op 2 locaties tussen 1973 en 1997. Vier van deze putten hebben één of meerdere sidetracks. Momenteel telt het Oosterhesselen gasveld 5 operationele gasproductieputten en 1 gesuspendeerde gasproductieput.

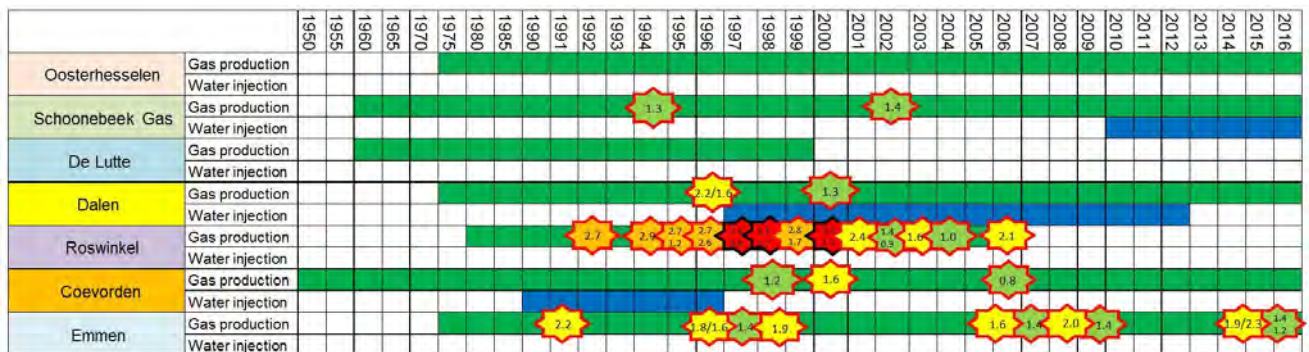


Figuur 11.4: Schematisch overzicht van de geologische formaties van het Oosterhesselen en Dalen veld

## 11.2 Toetsing aardbevingsgevoeligheid

Aardbevingen of trillingen kunnen ontstaan door drukverschillen in de ondergrond. Vooral nabij bestaande breukzones kunnen drukverschillen er toe leiden, dat bodemlagen ten opzichte van elkaar bewegen, wat wordt aangeduid als re-activatie van de breukzone. De bewegende bodemlagen veroorzaken aardbevingen. De meeste beweging is kleinschalig waardoor niet of nauwelijks meetbare aardbevingen ontstaan.

Bij het winnen van aardgas is er in de reservoirs een onderdruk ontstaan ten opzichte van de omgeving. In sommige reservoirs heeft dit geleid tot aardbevingen. Zoals aangegeven in hoofdstuk 4.1.4 geldt dat bij een magnitude boven 1,5 er actie ondernomen wordt. Tussen magnitude 1,5 en 2,5 geldt code geel, waarbij afstemming plaatsvindt met SodM of aanpassingen nodig zijn. Er zijn geen aardbevingen met een magnitude van 2,5 of meer waargenomen. Uit figuur 11.5 blijken er drie aardbevingen met code geel geregistreerd te zijn. Figuur 11.5 geeft een overzicht van de geregistreerde aardbevingen bij onderzochte Drenthevelden.



Figuur 11.5: Overzicht geregistreerde aardbevingen uitgezet in de tijd bij de potentiële injectievelden. De groene balk geeft de periode van gaswinning aan en de blauwe balk geeft de periode van waterinjectie aan. In Roswinkel zijn 40 bevingen geregistreerd tussen 1992 tot 2006. Per kalenderjaar staan hier steeds de twee zwaarste bevingen weergegeven.

Het injecteren van water zal leiden tot veranderingen van de druk in de reservoirs. Op termijn wordt er voor gezorgd dat de drukverschillen in de ondergrond afnemen, wat een toename van stabiliteit betekent. Daar waar bij de aardgaswinning aardbevingen zijn opgetreden, lijkt de kans het grootst dat dit bij waterinjectie ook weer kan plaatsvinden.

### Analyse van velden en aardbevingen

In figuur 11.5 is een overzicht gegeven van de opgetreden aardbevingen (gedurende gaswinning) bij de benoemde reservoirs. Hieruit blijkt dat de velden in drie categorieën te verdelen zijn:

#### Velden met aardbevingen tot een kracht van 2,0 op de schaal van Richter

- bij het gasveld Coevorden zijn geen aardbevingen waargenomen (wel ten oosten van het gasveld met magnitude van 1,2 in 1998, van 1,6 in 2000 en van 0,8 in 2006).
- Bij Schoonebeek gasveld twee aardbevingen zijn opgetreden met magnitude 1,3 in 1994 en 1,4 in 2002.
- Bij het gasveld Oosterhesselen zijn geen aardbevingen waargenomen.

#### Velden met enkele aardbevingen boven een kracht van 2,0 op de schaal van Richter

- bij het gasveld Dalen in 1996 twee aardbevingen zijn geregistreerd, met magnitude van 1,6 en 2,2. Nabij het gasveld is in 2000 een aardbeving met magnitude van 1,4 opgetreden.
- Bij het gasveld Emmen zijn 10 aardbevingen opgetreden waarvan twee met magnitude 2,0 of hoger.

Velden met aardbevingen boven een kracht van 3,0 op de schaal van Richter

- Het gasveld Roswinkel heeft meerdere bevingen met een kracht boven 3,0 gehad, waardoor dit gasveld in het MER van 2006 buiten beschouwing is gelaten.

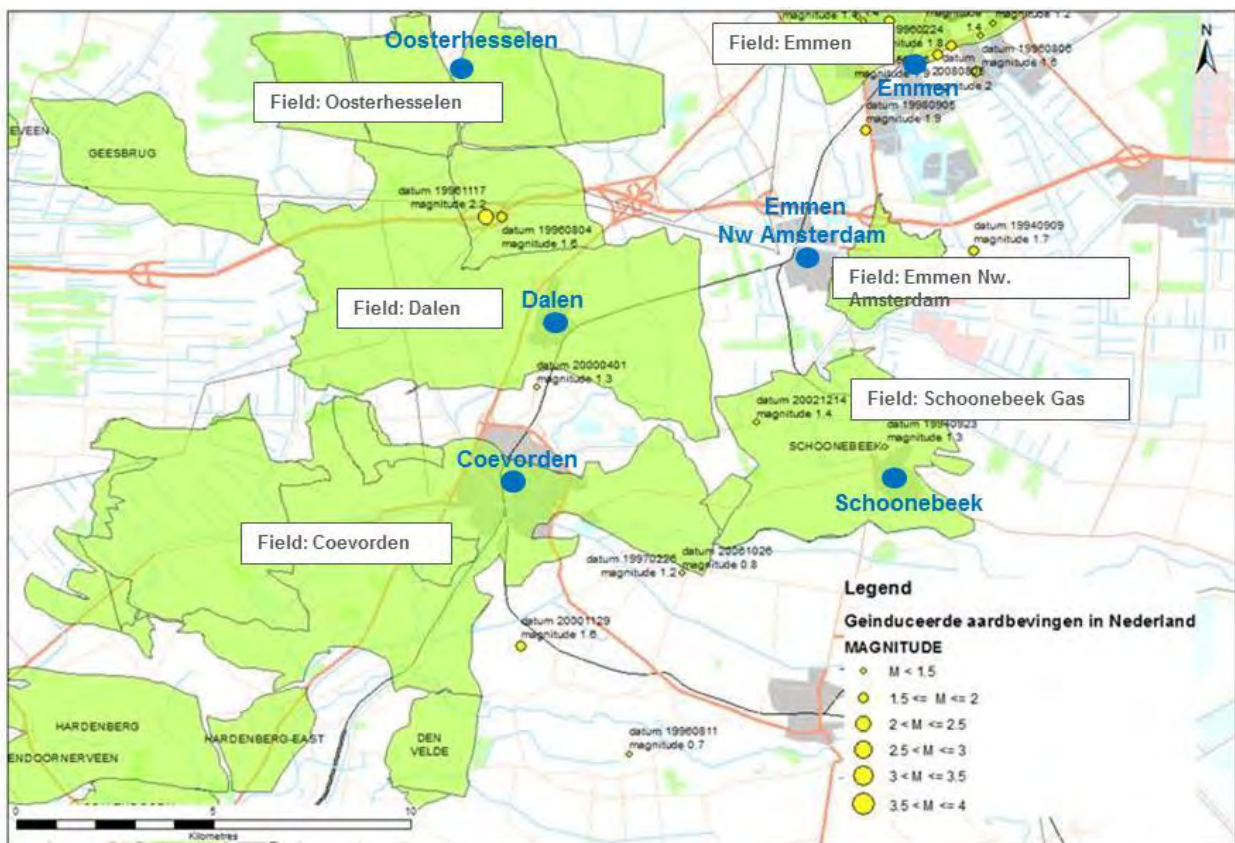
Bij de velden Schoonebeek Gas, Dalen en Coevorden heeft al waterinjectie plaatsgevonden, waarbij geen aardbevingen zijn geregistreerd.

**Selectie velden en putten**

De NAM heeft een eerste selectie gemaakt, om een indruk te krijgen hoeveel gasvelden en putten mogelijk in aanmerking komen. In het vervolg zal hiervoor nog een detailonderzoek moeten worden uitgevoerd. In dit onderzoek zijn de reservoirs en putten zodanig geselecteerd dat:

- Geen historie met aardbevingen van magnitude van 2,5 of hoger
- Putten niet nabij een breukzone (Indien een put zich nabij een breukzone bevindt is er eveneens een vergrote kans dat er een aardbeving kan optreden.

Op basis van deze historische aardbevingsgegevens zijn de gasvelden Oosterhesselen, Schoonebeek Gas en Coevorden geschikt voor waterinjectie. De Gasvelden Dalen en Emmen zijn mogelijk geschikt voor waterinjectie.



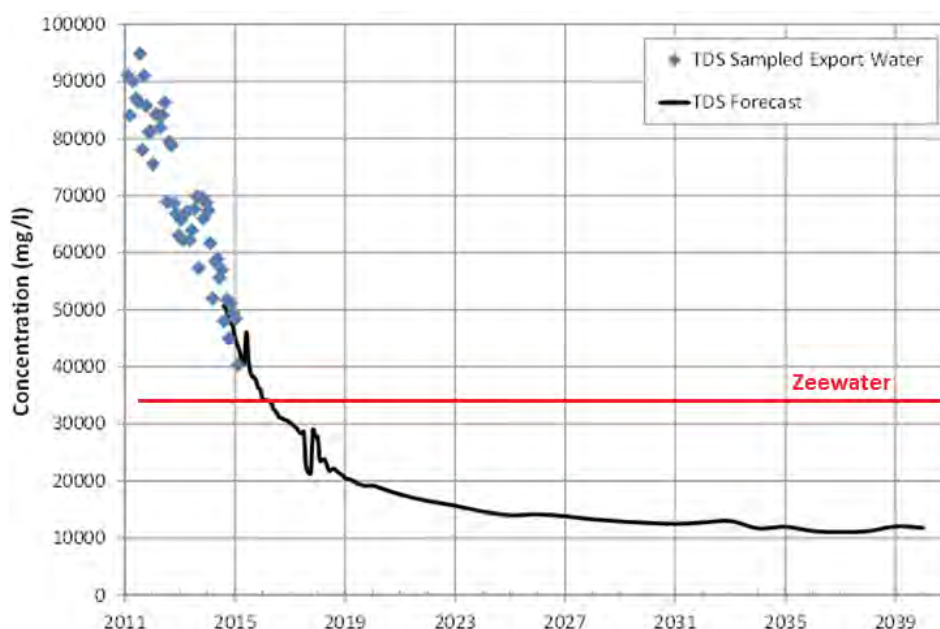
Figuur 11.6: Olie- en gasvelden rondom Schoonebeek en de geïnduceerde bevingen die hier als gevolg van de gaswinning gemeten zijn.

Binnen de gasvelden Schoonebeek Gas, Coevorden en Oosterhesselen zijn voldoende putten beschikbaar die zich op afstand van de breukzones bevinden.



### 11.3 Toetsing mogelijke oplossing zoutlagen

Het zoute productiewater bevat naar verwachting in 2022 circa 20.000 mg/l, geleidelijk afnemend tot circa 10.000 mg/l, zoals blijkt uit figuur 11.7. Hiermee wordt het water weliswaar als zoutwater aangeduid, maar het is nog lang niet verzadigd. Verzadigd water kan circa 360.000 mg/l zout bevatten. De injectiereservoirs in de kalksteenformaties bevinden zich in het Zechstein. Boven en deels onder deze kalkformaties komen Zechstein zoutlagen voor. Indien deze zoutlagen in direct contact komen met het niet-verzadigde injectiewater, kan zout vanuit de zoutlagen in oplossing gaan. Indien bovendien het niet-verzadigde injectiewater langs de zoutlagen kan stromen, kan geleidelijk aan steeds meer zout in oplossing gaan. Als veel zout uit de zoutlagen in oplossing gaat, kan er een met zoutwater gevulde ruimte ontstaan in de zoutlagen. De druk in de directe omgeving van een dergelijke met zoutwater gevulde ruimte, kan er toe leiden dat deze wordt samengedrukt. Dit vindt plaats op ruim een kilometer diepte (in Twente ruim 1 kilometer, bij de Drenthevelden op circa 3 kilometer diepte) zodat het samendrukken tot een regionale zone met bodemdaling boven het gebied kan leiden. Als dergelijke holtes zich zouden vormen, bevinden ze zich op een te grote diepte om tot lokale verzakkingen en zinkgaten te leiden.



Figuur 11.7: Gemeten en voorspelde afname van de concentratie TDS (Total Dissolved Solids) in het productiewater.

#### Zoutoplossingsmechanisme

Het risico van zoutoplossing kan beperkt worden door reservoirs en putten te selecteren waarbij gekozen wordt voor:

- Reservoirs met een homogene laag anhydriet aan de boven- en onderzijde, zodat het injectiewater niet in contact komt met de zoutlagen.
- Reservoirs met gunstige geologische opbouw, waarbij verticale stroming beperkt wordt.
- Putten op afstand van breukzones, zodat stroming van injectiewater beperkt wordt langs een breukzone, waar zoutlagen mogelijk in direct contact kunnen staan met het reservoir

Anhydriet blijkt op grotere diepte een goede afschermdende laag te vormen tussen het kalkgesteente en de Zechstein zoutlagen [Ref. NAM, 2015]. Bij de drukken die heersen op de diepte van de reservoirs is anhydriet stabiel en is het zeer slecht oplosbaar in water. Op geringere diepte (enkele honderden meters) kunnen anhydriet lagen water opnemen, waarbij gips ontstaat. Bij gipsvorming zet het gesteente uit. Het

uitzetten is alleen mogelijk indien de omgevingsdruk niet te groot is. Dit is op grote diepte wel het geval, zodat hier geen gipsvorming ontstaat en anhydriet stabiel is.

Bij een breukzone kan er contact zijn tussen het injectiereservoir en de zoutlagen. Hier geldt dat zoutoplossing bij stilstaand water beperkt is, doordat het zout alleen in oplossing gaat in het water in de directe omgeving van het zout. Er vormt zich een zone met verzadigd zoutwater, wat zich slechts via een zeer traag diffusieproces verder uitspreidt zolang er geen waterstroming optreedt. Modelberekeningen geven aan dat een diffusieproces geleidelijk aan optreedt over een periode circa 10.000 jaar [Ref. NAM, 2015]. Bij verticale waterstroming in het reservoir kan verzadigd zoutwater door de grotere dichtheid naar beneden bewegen waardoor niet verzadigd zoutwater via convectie omhoog beweegt naar de aanwezige zoutlaag. Hierdoor kan verdere zoutoplossing plaatsvinden. In de injectiereservoirs bevinden zich van nature verticale scheuren, waardoor verticale stroming in principe goed mogelijk zou zijn. De verticale scheuren worden in de diepte echter beperkt door de vele horizontale anhydrietlagen in de carbonaatreservoirs. Deze anhydrietlagen zorgen er voor dat convectiestroming slechts beperkt of helemaal niet zal optreden.

Nabij de injectieput vindt de maximale waterstroming plaats. Het is van belang te zorgen dat de put zich op voldoende afstand van een breukzone bevindt en dat er langs de putwand geen water stroomt in de zoutlagen. Alleen putten op afstand van breukzones wordt geselecteerd. Bij de put zelf is de integriteit van groot belang, om te voorkomen dat het water buiten het injectiereservoir achter de putwand komt. Monitoring in de putten kan mogelijke integriteitsissues vroegtijdig detecteren zodat risico's beheersbaar zijn.

### Selectie reservoirs en putten

Zoals beschreven in paragraaf 11.1 bevinden zich bij de geselecteerde reservoirs een homogene en lateraal continue anhydrietlaag, maar zijn er ook breuken aanwezig, waarbij op de breukzone zout in contact staat met het reservoir. De reservoirs zijn geschikt mits de putten op voldoende afstand van de breukzones worden gekozen.

## 11.4 Toetsing randvoorwaarden

De selectie van waterinjectiereservoirs en putten beperkt het risico van aardbevingen en zoutoplossing. Deze reservoirs zijn onderstaand vervolgens getoetst aan de randvoorwaarden voor de CE-afwegingsmethodiek:

- Toets van de waterstroom
- Hoeveelheid water
- Reservoir afweging (ander gebruik, terugneembaarheid, alternatief gebruik)
- Opslag in vergelijkbare formaties als herkomst
- Waterstroom compatibel met samenstelling reservoirs

### Toets van de waterstroom, welke waterstromen injecteren?

Bij deze toets wordt beoordeeld welke waterstromen samen in het te injecteren water terecht zijn gekomen. Dat heeft te maken met het toevoegen van waterstromen die naast het productiewater zijn ontstaan bij de oliewinning. De toets gaat na in hoeverre het nodig en wenselijk is aanvullende waterstromen te laten meeliften met het productiewater. Bij voorkeur wordt alleen van productiewater uitgegaan, tenzij het toevoegen van andere waterstromen aantoonbaar wenselijk is.

Bij Alternatief 3 en 4 vindt alleen injectie plaats van productiewater, waarin zich formatiewater en condensaatwater bevindt, met in meerdere of mindere mate mijnbouwhulpstoffen toegevoegd. Er worden bij geen van de alternatieven andere waterstromen aan het te injecteren water toegevoegd. Er is daarom geen afweging nodig ten aanzien van andere waterstromen.

### Hoeveelheid water acceptabel

Gedurende de gehele winperiode wordt circa 56 miljoen m<sup>3</sup> zoetwater uit de biosfeer onttrokken, doordat het effluent van de Rioolwaterzuivering niet in het oppervlaktewater komt, maar voor stoominjectie in de ondergrond wordt gebruikt. Bij de olieproductie komt gedurende deze periode circa 80 miljoen m<sup>3</sup> water vanuit de ondergrond terug naar de biosfeer. Bij het waterinjectie alternatief 4 en de referentiesituatie wordt het water opgeslagen in de injectiereservoirs, zodat netto 56 miljoen m<sup>3</sup> water uit de biosfeer is onttrokken. Bij alternatief 3 zal circa 20 miljoen m<sup>3</sup> als brijnstroom worden opgeslagen, zodat netto 36 miljoen water aan de biosfeer wordt toegevoegd. In de MER van 2006 is al aangegeven dat dit gedurende de gehele winperiode acceptabele hoeveelheden zijn.

Het verminderen van de hoeveelheid water is onderzocht bij Alternatief 3, waarbij de te injecteren waterstroom eerst wordt ingedikt met als gevolg dat ongeveer een kwart van de oorspronkelijke hoeveelheid water nog wordt geïnjecteerd. In dat geval zal voor de nog te injecteren hoeveelheid van 75 miljoen m<sup>3</sup> water, een beperking plaatsvinden tot iets minder dan 20 miljoen m<sup>3</sup>.

### Toetsing benutting reservoirs

Alternatief gebruik voor reservoir (strategische reservering andere toepassingen)

De geselecteerde reservoirs zijn tevens geschikt voor andere benuttingsmogelijkheden. Daarbij wordt gedacht aan de buffering van aardgas of de opslag van CO<sub>2</sub>. In de Structuurvisie Ondergrond van de provincie Drenthe [Ref. Provincie Drenthe, 2013], worden de reservoirs Schoonebeek Gas, Coevorden en Oosterhesselen genoemd als strategisch gereserveerd voor CO<sub>2</sub>-opslag. Binnen de provincie Drenthe zijn nog veel meer reservoirs strategisch gereserveerd, zodat gebruik van de reservoirs voor waterinjectie niet wordt uitgesloten.

### Terugneembaarheid

Het productiewater wordt volgens deze alternatieven geïnjecteerd in een leeg geproduceerd gasreservoir met onderdruk ten opzichte van de omgeving. Daardoor zal het water in het reservoir aanwezig blijven. Indien noodzakelijk is het mogelijk het water hier weer uit te pompen. In dat geval zal het terug te winnen geïnjecteerde water gemengd zijn met het nu nog aanwezige formatiewater in het reservoir.

### Alternatief reservoir bruikbaar

Er zijn alternatieve reservoirs beschikbaar. Er heeft een afweging plaatsgevonden tussen de reservoirs, waarbij de bij Alternatief 3 en 4 genoemde reservoirs als voorkeur naar voren zijn gekomen.

### Toetsing type opslagformaties

Waterinjectie vindt voor alle alternatieven plaats in de Zechstein kalksteenformaties. Deze zijn in het MER in 2006 getoetst.

De vergelijkbaarheid van formaties heeft er mee te maken dat voorkomen moet worden dat er ongewenste chemische reacties gaan ontstaan in het reservoir, waardoor de sterkte en integriteit van het gesteente kan worden aangetast. Hierbij wordt als criterium aangehouden dat formaties vergelijkbaar zijn, niet dat het om dezelfde formatie dient te gaan. Het productiewater is afkomstig uit Bentheim zandsteen en wordt geïnjecteerd in Zechstein kalksteenformaties.

De formatie waar het water wordt geïnjecteerd komt zoals uit bovenstaande blijkt uit een andere geologische tijd. Het formatiewater is afkomstig uit een zandsteenformatie en wordt geïnjecteerd in een kalksteenformatie (hoofdzakelijk bestaande uit dolomiet). De formaties komen overeen in die zin dat ze beide poreus zijn met een relatief hoge doorlatendheid en met water, deels olie en gas gevuld zijn

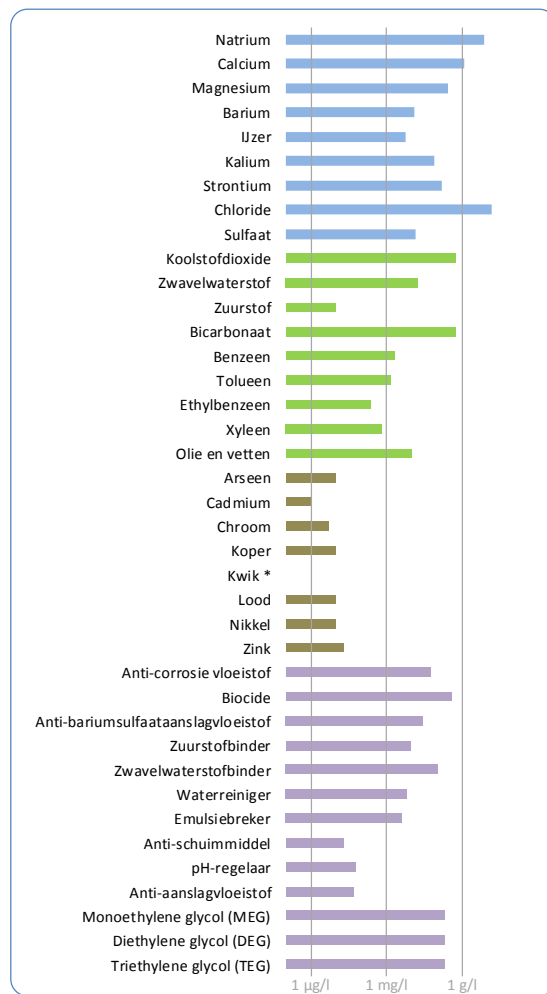
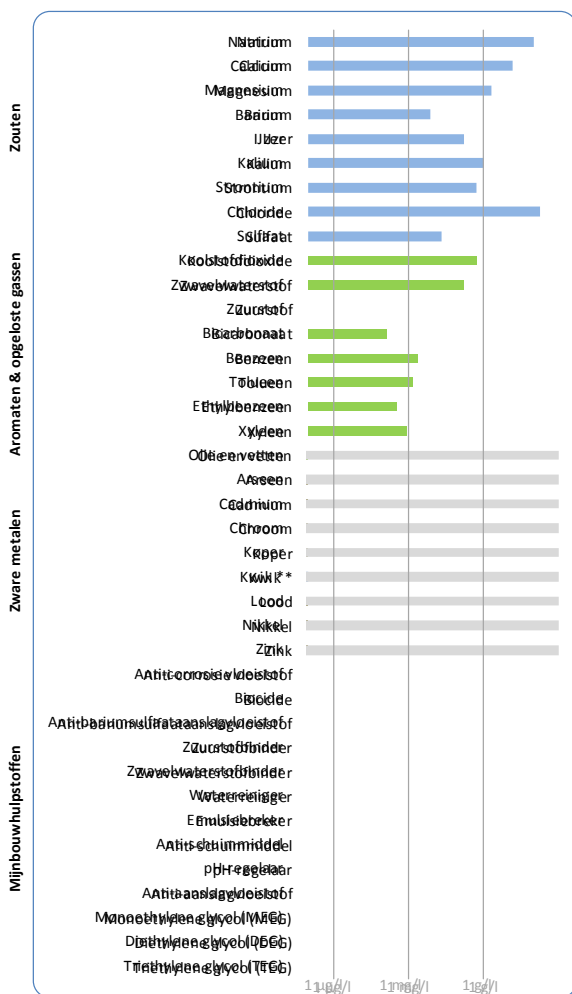
geweest. De formaties worden afgesloten door een ondoorlatende laag, getuige het feit dat olie / gas al miljoenen jaren opgeslagen is.

### Toetsing compatibiliteit water en reservoirs

In de leeg geproduceerde gasvelden bevindt zich nog oorspronkelijk formatiewater. Dit water bevat veel zouten en andere stoffen, min of meer vergelijkbaar met het water in de oliereservoirs. Dit is in ieder geval geen schoon water dat als drinkwater bruikbaar zou kunnen zijn.

Rossum Weerselo in Twente 2015

Verwacht injectiewater 2022



De grijs balken geven aan dat meetgegevens ontbreken.

\* Kwikconcentratie in 2015 en 2022 is 0,001 mg/l.

\* Kwikconcentratie in 2015 en 2022 is 0,001 mg/l.

Figuur 11.8: Overzicht van het reservoirwater in Rossum Weerselo in Twente (links) en het injectiewater (rechts). De grijze balken geven aan dat meetgegevens ontbreken.

De samenstelling van het te injecteren water verschilt per alternatief, afhankelijk van de waterzuivering. Bij Alternatief 3 vindt brijninjectie plaats, met veel hogere concentraties zouten in het te injecteren water ten opzichte van Alternatief 4. De mate waarin uit het productiewater door waterzuivering stoffen zijn verwijderd, verschilt per alternatief en variant.

Het te injecteren water bestaat uit productiewater afkomstig uit het reservoir, zonder aanvullend toegevoegde waterstromen. Dit injectiewater bestaat als gevolg hiervan uit formatiewater verdund door gecondenseerde stoom, met daarnaast:

- Reservoiirstoffen (uit het oliereservoir)
- Toegevoegde mijnbouwhulpstoffen

De toets op compatibiliteit van het te injecteren water met het al aanwezige water in het reservoir laat variatie zien in de samenstelling van het te injecteren water en onzekerheid bij de waterkwaliteit van het water in het reservoir. Als gevolg hiervan zal het te injecteren water enigszins afwijken van het al aanwezige formatiewater in het injectiereservoir. In het injectiereservoir komen naar verwachting dezelfde stoffen voor maar in hogere of lagere concentraties (op de mijnbouwhulpstoffen na). De Zechsteinformaties bestaan uit kalkgesteente. De sterkte en structuur van deze gesteenteformaties zullen gezien de samenstelling van het te injecteren water, niet door waterinjectie worden aangetast. Daarmee is er ten aanzien van compatibiliteit waterinjectie mogelijk.

## 11.5 Bevindingen toetsing randvoorwaarden

De voorgestelde reservoirs en de waterstroom voor Alternatief 3 en 4 voldoen aan de randvoorwaarden uit de CE afwegingsmethodiek, onder de volgende voorwaarden:

- De waterstroom bestaat uitsluitend uit productiewater, met toevoegingen bedoeld voor bescherming van de materialen.
- Reservoirs kunnen voor alternatief gebruik ingezet worden, zoals gasopslag of CO<sub>2</sub>-opslag. In de omgeving zijn echter veel meer reservoirs beschikbaar waar eveneens gasopslag op CO<sub>2</sub>-opslag mogelijk is, zodat de benutting van deze reservoirs tot slechts geringe beperkingen in de toekomst zal leiden.
- De reservoirs hebben vergelijkbare eigenschappen met het oliereservoir in de zin van aanwezigheid van water en koolwaterstoffen (zoals gas en olie), ten aanzien van de ondoorlatendheid van de afdekkende laag en de poriën waardoor voldoende doorlatendheid in het reservoir beschikbaar is.
- De reservoirs en putten zijn zodanig gekozen dat risico van aantasting van het gesteente, oplossing van zoutlagen of het induceren van aardbevingen niet waarschijnlijk is.

## 12 Stap 3c: Uitvoering doelmatigheidstoets

Het tweede deel van de methodiek bestaat uit het in beeld brengen van de gevolgen voor milieu, de risico's op korte en lange termijn en de verwachte kosten. Er is hiervoor een maatgevende situatie van 2022 gekozen, aan het begin van de periode dat de oliewinning naar verwachting weer volledig operationeel is.

### 12.1 Toetsing Milieu

In dit overzicht op hoofdlijnen wordt eerst kort in gegaan op de milieueffecten in de breedte (algemene milieuaspecten), in vergelijking met de toetsing in het MER. De milieutoetsing zelf vindt plaats op basis van drie factoren, zoals onderstaand toegelicht.

In de CE-afwegingsmethodiek worden de milieuaspecten getoetst middels een Levenscyclus analyse (LCA). Hierin wordt berekend wat de impact is van verschillende alternatieven op aspecten zoals broeikas effecten, toxicologische effecten, bijdrage aan vermisting en verzuring, energieverbruik en waterverbruik. Zoals eerder aangegeven zal een complete LCA onderdeel uitmaken van de detailstudie, die naderhand is voorzien bij de verdere uitwerking van één of enkele alternatieven. In deze tussenrapportage worden geen LCA berekeningen weergegeven, maar wordt de toetsing uitgevoerd op de factoren, die bij de uitvoering van LCA berekeningen naar verwachting bepalend zijn voor de uitkomst. Deze factoren zijn:

- Verwacht energieverbruik (de hoeveelheid benodigde energie);
- Hoeveelheid reststoffen;
- Gebruik chemicaliën.

Vergelijking van alternatieven op basis van deze drie factoren geeft een indicatie van de verhouding in milieubelasting van de verschillende alternatieven. Uiteindelijk is in de detailuitwerking een volledige LCA nodig om een goed inzicht te krijgen in de directe en indirecte milieubelasting.

#### Algemene milieuaspecten

Milieuaspecten dienen binnen de gebruikelijke normen te blijven. Zoals in het MER van 2006 al is aangegeven, heeft dat bij de waterzuivering vooral te maken met geluid binnen de geluidsnormen en lozing van water op het oppervlaktewater. Bij watertransport is vooral in de aanlegfase het beperken van schade door vergraving van belang, voor de bodem, het grondwater, natuur en mogelijk archeologie. Voor lozing van zout water in de Eems is het van belang dat aan de waterkwaliteitseisen wordt voldaan. In het MER van 2006 zijn deze milieuaspecten uitgewerkt. Voor deze herafweging wordt er van uitgegaan dat bij alternatieven milieueffecten zullen optreden, maar dat dit niet zal leiden tot het afwijzen van alternatieven. Indien een alternatief geselecteerd wordt en in detail wordt uitgewerkt, zullen deze milieuaspecten alsnog in detail aan bod komen.

Bij de Referentiesituatie geldt dat voor het benutten van alle beschikbare leeg geproduceerde gasvelden de huidige transportleidingen naar verwachting vervangen of gerepareerd moeten worden. Voor de vervanging van transportleidingen in het Natura 2000 gebied Springendal en Dal van de Mosbeek geldt dat deze activiteit een tijdelijk negatief effect op de aanwezige natuur zal hebben.

#### Verwacht energieverbruik

Het benodigde energieverbruik per alternatief geeft een belangrijke bijdrage aan de milieubelasting. De energie dient opgewekt te worden en dat is een milieubelastende activiteit, onder meer door de emissies van CO<sub>2</sub>. Er is vooral veel energie nodig bij de waterzuivering en dan vooral bij een waterzuivering waarbij

via indamping alle stoffen uit het water worden verwijderd. In mindere mate is er energie nodig voor het lozen en het injecteren van water.

Het energieverbruik is uitgedrukt in TJ/jaar (TJ staat voor Terajoule,  $10^{16}$  Joule) aan primaire energie. Bij de bepaling van energieverbruik is elektriciteit met een factor 2,5 is vermenigvuldigd en stoomgebruik met een factor 1,1 conform de rendementen voor opwekking met de referentie technologieën. Hieruit blijkt dat waterzuivering relatief veel energie vraagt. Bij transport en opslag wordt het energieverbruik bepaald door de benodigde injectiedruk in de putten (hierbij is uitgegaan van circa 8 Whe/ m<sup>3</sup> aan pompvermogen). Er lijkt nauwelijks verschil in energieverbruik tussen waterinjectie in Twentevelden (lagere velddruk, meer drukverlies bij transport) en waterinjectie in Drenthevelden (hogere velddruk, nieuwe pijpleiding). Afwijking tussen beide varianten zal circa 10% bedragen. De huidige inschatting van de druk voor watertransport en -injectie bedraagt 70 bar. Vooralsnog vindt waterinjectie plaats met relatief weinig energie. Dit geeft minder milieubelasting dan bijvoorbeeld lozen van gezuiverd productiewater. Op termijn kan de benodigde druk hoger worden, zodat waterlozing juist minder milieubelasting geeft.

In de onderstaande tabel zijn de bevindingen opgenomen per alternatief. Hierbij is onderscheid gemaakt naar het energieverbruik bij de waterzuivering, het transport en de verwerking via opslag, lozing of waterinjectie. Om een indruk te krijgen van de hoeveelheden in de tabel kan in gedachten worden gehouden dat 1 TJ overeenkomt met het gemiddeld jaarlijks elektriciteitsverbruik van circa 100 huishoudens in Nederland. Het energieverbruik van ruim 2.000 TJ is daarmee equivalent met het elektriciteitsverbruik van 200.000 huishoudens. Ter referentie, het energieverbruik van de gehele Nederlandse industrie bedroeg in 2013 circa 1.200.000 TJ (Compendium voor de Leefomgeving, 699 feiten en cijfers over milieu, natuur en ruimte).

Tabel 12.1: Overzicht energieverbruik per alternatief

Energieverbruik (TJ/jaar)	Alternatief 1: Zoutproduct	Alternatief 2: Zoutwater	Alternatief 3: Brijninjectie	Alternatief 4: Waterinjectie	5: Referentie
Zuivering	2.050	38	1.305	0	0
Transport	0	0	0	0	0
Opslag/injectie/lozing	0	17	42	117	117
<b>Totaal</b>	<b>2.050</b>	<b>55</b>	<b>1.347</b>	<b>117</b>	<b>117</b>
<b>Relatieve score</b>	--	0	--	0	0

In de tabel 12.1 is in de onderste rij een classificatie aangebracht middels een relatieve score. De benodigde hoeveelheid energie laat zich in twee groepen verdelen, zoals in de classificatie is weergegeven.

Bij de alternatieven zijn varianten doorgerekend:

- Bij Alternatief 1 geldt als mogelijke optimalisatie het aanvullend zuiveren zodat puur en herbruikbare CaCO<sub>3</sub> en als strooizout herbruikbare zuivere NaCl zout overblijven. Dit vraagt geen extra energie, maar maakt wellicht in plaats daarvan een 50% reductie van energiegebruik bij de kristallisatiestap mogelijk. Het energieverbruik wordt geraamd op 950 TJ per jaar. Daarnaast wordt CO<sub>2</sub> van fossiele oorsprong gebonden en wordt primaire productie van CaCO<sub>3</sub> en NaCl uitgespaard. Voor de optimalisatie is de score een enkele '-'.
  - A4.2: gebruik biociden minimaliseren

- A4.3 : gebruik biociden en H<sub>2</sub>S-binder minimaliseren
- A4.4 : gebruik biocide en H<sub>2</sub>S-binder minimaliseren, in combinatie met zuivering

Het energieverbruik bij deze varianten is vergelijkbaar. Ook de zuivering bij variant 4.4 vraagt geen aanvullende energie. Voor de varianten is de score 0.

### Hoeveelheid reststoffen

De hoeveelheid reststoffen en het type reststoffen is bepalend voor de mogelijkheid van hergebruik of de noodzaak te storten. Een deel van de reststoffen wordt afgevoerd naar zee of opgeslagen in de reservoirs. Voor de verwerking van reststoffen, die niet worden geloosd of geïnjecteerd, wordt in het verlengde van de Ladder van Lansink bepaald, dat na preventie de voorkeur ligt bij hergebruik. Als laatste en minst wenselijke optie geldt het verbranden of storten van afval. Als negatief effect voor de omgeving en het milieu geldt daarom vooral de hoeveelheid te storten reststoffen.

In tabel 12.2 zijn de hoeveelheden reststoffen per alternatief weergegeven, uitgedrukt in ton per jaar. Uit de tabel blijkt dat er duidelijke verschillen tussen de alternatieven zijn.

In de tabel is een classificatie aangebracht middels een relatieve score. Daar waar de reststoffen of de verwerking van reststoffen binnen de reguliere bedrijfsvoering mogelijk is, wordt een score van 0 aangehouden. Dit is het geval bij waterinjectie voor alternatief 3 en 4 en de referentiesituatie. Bij lozing van zoutwater op zee in alternatief 2, geldt dat er een beperkte hoeveelheid reststoffen, binnen de lozingsnormen, effect op het ontvangende water kunnen hebben, waardoor een score van – geldt. Positief bij dit alternatief is dat er kalksteen geproduceerd wordt, wat nuttig toegepast kan worden. Hierdoor wordt de milieugevolgen van kalksteenproductie op alternatieve wijze voorkomen. Bij het storten van vastzout zullen specifieke maatregelen nodig zijn, waarvoor de score - - is gegeven.

Tabel 12.2: Overzicht reststoffen per alternatief

Reststoffen Ton per jaar	Alternatief 1: Zoutproduct	Alternatief 2: Zoutwater	Alternatief 3: Brijninjectie	Alternatief 4: Waterinjectie	5: Referentie
Lozing	1.588	69.168	1.588	0	0
Injectie	0	0	73.064	73.686	73.686
Hergebruik	324	6.382	324	0	0
Storten	73.064	411	411	0	0
<b>Relatieve score</b>	- -	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Bij de alternatieven zijn varianten doorgerekend:

- Bij Alternatief 1 geldt als optimalisatie het aanvullend zuiveren zodat twee pure zoutfracties (kalksteen en steenzout) overblijven. Hiermee neemt hergebruik sterk toe en neemt de hoeveelheid reststoffen met 85% af. Dit restproduct is in tegenstelling tot het restproduct van kristallisatie slecht tot zeer slecht oplosbaar, waardoor risico's gerelateerd aan eindberging aanzienlijk kleiner zijn. De variant scoort positief op hergebruik en licht negatief op storten. Gecombineerd wordt hiervoor een score 0 aangehouden.
- Bij Alternatief 4 geldt dat er geen verschil zal zijn tussen de varianten in de hoeveelheid reststoffen. Voor alle varianten geldt een score van 0.



### Gebruik chemicaliën

De invloed van het gebruik van chemicaliën is gelegen in het feit, dat het stoffen zijn die aangemaakt moeten worden en in veel gevallen geïmporteerd. Veel en bijzondere chemicaliën geven daarvoor een zwaardere belasting van het milieu, dan alternatieven waarbij geen chemicaliën nodig zijn. Er is onderscheid gemaakt tussen eenvoudige en complexe chemicaliën. De gedachte daarbij is dat de productie en het gebruik van complexe chemicaliën een groter negatief effect per geconsumeerde eenheid heeft op het milieu. Als benadering is er van uit gegaan dat veelvuldig gebruikte chemicaliën gemakkelijk produceerbaar en verkrijgbaar zijn, terwijl voor fijnchemische producten meerstaps productieketens met energie-intensieve stappen en toxische grondstoffen en halffabricaten nodig zijn. In de onderstaande tabel is voor alle alternatieven aangegeven in hoeverre naar verwachting gebruik wordt gemaakt van eenvoudige of complexe chemicaliën. Vooral de mijnbouw hulpstoffen zoals corrosieremmer, H<sub>2</sub>S-binder en biociden geven een grotere hoeveelheid complexe chemicaliën, die als minder wenselijk vanuit milieubelasting worden gezien.

Tabel 12.3: Overzicht gebruik chemicaliën per alternatief

Chemicaliën Ton per jaar	Alternatief 1: Zoutproduct	Alternatief 2: Zoutwater	Alternatief 3: Brijninjectie	Alternatief 4: Waterinjectie	5: Referentie
Eenvoudig	3.274	2.705	3.274	0	0
Complex	47	1	1.838	1.838	670
<b>Totaal</b>	<b>3.321</b>	<b>2.706</b>	<b>5.112</b>	<b>1.838</b>	<b>670</b>
<b>Relatieve score</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>-</b>

In de tabel is een classificatie aangebracht middels een relatieve score. De benodigde hoeveelheid complexe chemicaliën is als maatgevend aangehouden voor de milieubelasting. Er zijn drie groepen zichtbaar, bij de waterinjectie alternatieven zijn veel complexe chemicaliën nodig, bij waterlozing weinig tot niet.

Bij de alternatieven zijn varianten doorgerekend:

- Bij Alternatief 1 geldt als optimalisatie het aanvullend zuiveren zodat puur zout overblijft. Dit vraagt extra chemicaliën bij de zuivering. Door volledige ontharding neemt het gebruik aan complexe chemicaliën iets af. Omdat de zuurgraad (pH) van het productiewater met NaOH moet worden aangepast aan de voor ontharding benodigde pH-waarde zijn daarentegen meer eenvoudige chemicaliën nodig. De score blijft hier 0.
- Bij Alternatief 4 hebben de varianten wel een verschillend effect op het gebruik van chemicaliën, vooral de complexe chemicaliën. Doordat bij variant 4.2 geen biocide wordt gebruikt, neemt de hoeveelheid af van 1.838 ton per jaar, tot 670 ton per jaar. Bij variant 4.3 wordt geen biocide toegepast en eveneens geen H<sub>2</sub>S-binder. De hoeveelheid complexe chemicaliën nemen verder af tot 320 ton per jaar. Bij variant 4.4 wordt hier een beperkte zuivering aan toegevoegd. De hoeveelheid eenvoudige chemicaliën neemt dan toe tot 6.428 per jaar (bij de vorige varianten is dat 0 ton per jaar). De hoeveelheid complexe chemicaliën komt overeen met variant 4.3. De afname van benodigde complexe chemicaliën leiden tot een aangepaste score, hoewel in alle varianten complexe chemicaliën nodig zijn voor corrosieremmer. De score voor variant 4.2 en 4.3 wordt -.

### Samenvatting milieueffecten

In de onderstaande tabel zijn de classificaties samengebracht. In de tabel zijn de classificaties van varianten aangegeven, tussen haakjes achter de score van het alternatief.

Tabel 12.4. Samenvattend overzicht van de milieueffecten per alternatief (met tussen haakjes de score van varianten).

Milieu	Alternatief 1: Zoutproduct	Alternatief 2: Zoutwater	Alternatief 3: Brijinjectie	Alternatief 4: Waterinjectie	5: Referentie
Energieverbruik	-- (-)	0	--	0 (0)	0
Reststoffen	-- (0)	-	0	0 (0)	0
Chemicaliën	0 (0)	0	--	-- (-)	-
Totaal Milieu	-- (-)	0/-	--	-(0/-)	0/-

Om vanuit de afzonderlijke scores een totaalscore voor milieu te komen, is vooral gekeken naar de hoeveelheid '- ' scores. Daarmee wordt immers aangeduid dat er een significant negatief milieueffect is. Een score van 0 of een '- ' geven slechts geen of beperkte milieueffecten aan. In het geval van twee '- ' scores is de totaalscore als '- ' aangegeven, bij één '- ' score is de totaal score een '- ' en anders wordt de totaalscore als '0' gegeven.

Uit de milieuscore blijkt dat het eerste alternatief duidelijk meer negatieve effecten op het milieu dan de andere alternatieven. Bij de optimalisatie, indien het resterende zout en kalk kan worden hergebruikt, leidt tot een veel betere score op energieverbruik en reststoffen. Dit leidt uiteindelijk tot een beperkte negatieve score. Voor alternatief 4 geldt dat de varianten 4.2 en 4.3 tot minder milieubelasting leiden, en daarmee tot een lagere score 0. De zuiveringstap bij variant 4.4 geeft een hogere milieubelasting, waarmee de score op – uitkomt.

De milieuscores laten zien dat de alternatieven allen tot milieueffecten leiden, maar dat de bijdrage verschilt afhankelijk van energieverbruik (waterzuivering), reststoffen (stort en afvoer) en chemicaliën (injectie alternatieven).

## 12.2 Benoemen risico's

Formeel is een risico de kans dat een gebeurtenis optreedt vermenigvuldigd met de gevolgen van de gebeurtenis. In de praktijk wordt een gebeurtenis zelf echter ook veelal als risico aangeduid. In deze rapportage is getracht de ongewenste gebeurtenissen te benoemen, en daarbij een indicatie te geven van de bijbehorend risico's.

### 12.2.1 Omgaan met risico's (veiligheid, gezondheid en milieu)

Risico's hebben betrekking op veiligheid, gezondheid en milieu. Dit zijn allemaal aspecten die horen bij het leven in de biosfeer. Risico's in de diepe ondergrond hebben een andere lading. Indien de effecten van een gebeurtenis beperkt blijven tot de diepe ondergrond, geeft dit geen risico voor de biosfeer. De gebeurtenis levert daarmee geen risico's op voor veiligheid, gezondheid en milieu. Alleen indien deze effecten op termijn invloed kunnen hebben op het leven in de biosfeer, dan is er sprake van een risico.

Veel van de aangedragen zorgpunten uit de regio hebben betrekking op risico's; gebeurtenissen die onder normale omstandigheden niet zullen optreden, maar waarvan de kans dat ze onverhoopt plaatsvinden mogelijk niet kan worden uitgesloten. De lekkage van de watertransportleiding is een recent voorbeeld van een gebeurtenis die onder normale omstandigheden niet hoort voor te komen, maar uiteindelijk wel is opgetreden.

Onderzoek naar risico's vormt een integraal onderdeel van de CE afwegingsmethodiek, zodat het meenemen van de zorgpunten met betrekking tot risico's in dit onderzoek aansluit op de beschikbare aanpak. Er wordt onderscheid gemaakt naar risico's die kunnen optreden in de operationele fase en lange termijn risico's, die veel later na beëindiging van de activiteiten kunnen optreden. Bij de laatste categorie is het de gedachte dat de volgende generaties niet met de gevolgen van de huidige activiteiten moeten worden geconfronteerd. In de regio Twente is de teerput van Vasse een bekend fenomeen, waar keuzes uit het verleden tot een probleem voor de huidige generatie hebben gezorgd.

De risico's kunnen per alternatief verschillen. Indien productiewater wordt gezuiverd tot schoon zout water voor lozing in zee, zullen er geen risico's zijn die betrekking hebben op ondergrondse opslag, maar mogelijk wel risico's dat er toch verontreinigingen in het zoute water komen en daarmee in zee. Veel risico's komen echter bij meerdere alternatieven voor, zoals het risico dat er opnieuw een lekkage ontstaat in een transportleiding, aangezien alle alternatieven gebruik maken van transportleidingen. Doordat de waterkwaliteit van het te transporteren water per alternatief kan verschillen, geldt dat de gevolgen en daarmee de grootte van het risico verschillend kunnen zijn.

Onderstaand is een overzicht gegeven van de risico's die in dit onderzoek zijn meegenomen. Vervolgens is aangegeven bij welke alternatieven deze risico's van toepassing zijn, en in hoeverre het korte of lange termijn risico's betreft. In de volgende paragrafen worden de risico's vervolgens getoetst per alternatief.

### 12.2.2 Overzicht risico's per onderdeel

De risico's hebben betrekking op afzonderlijke onderdelen van de alternatieven. De waterstroom volgend zijn dat risico's bij de waterzuivering, watertransport, waterlozing op oppervlaktewater of zee, waterinjectie en de verwerking van restproducten. Afhankelijk van het alternatief komen niet al deze onderdelen voor.

#### Waterzuivering

- Verontreiniging van de omgeving (bodem, lucht, water) door stoffen (korte termijn risico). Indien chemicaliën of andere stoffen uit het zuiveringsproces onverhoopt in de ondiepe ondergrond komen, ontstaat bodem- en grondwaterverontreiniging.
- Waterstroom door een lekkage in de zuivering naar het oppervlaktewater (korte termijn risico). Zo kunnen stoffen in het oppervlaktewater komen. Hierdoor wordt het lokale watersysteem aangetast.

#### Watertransport

- Lekkage uit de transportleiding (korte termijn risico, op de lange termijn vindt geen transport meer plaats). Bij lekkage komt water uit de transportleiding in de bodem terecht. Dit kan afhankelijk van het alternatief schoon zoet water zijn, schoon zout water of zout water met aanvullende stoffen. Hierbij is onderscheid te maken naar de plaats waar de lekkage plaatsvindt en in hoeverre zich hier een kwetsbaar natuurgebied of waterwingebied bevindt.

#### Waterlozing in de biosfeer (oppervlaktewater of zee)

- Samenstelling of temperatuur van het te lozen water kan door een procesverstoring in de zuivering tijdelijk afwijken van de normen (korte termijn risico). Hierbij is van belang in hoeverre het lozingspunt nabij een gevoelig gebied ligt, met natuurwaarden of een functie voor benutting van het water.

#### Waterinjectie

- Lekkage bij de injectieputten (korte en lange termijn risico), met als mogelijk gevolg verspreiding van productiewater in de ondergrond richting grondwater, of naar een sloot waar de landbouw gebruik van maakt.
- Lekkage injectiewater uit reservoir (lange termijn risico), waardoor het productiewater zich zou kunnen verspreiden naar omliggende diepe bodemlagen.

- Aantasting zoutlagen boven het reservoir (korte termijn risico, mogelijk lange termijn risico). De Zechstein kalksteenreservoir bevinden zich onder of tussen dikke steenzoutlagen. Oplossing van dit zout door het niet verzadigde injectiewater kan leiden tot vermindering van de integriteit van de steenzoutlagen. In de operationele fase zal er steeds nieuw water het reservoir instromen, wat bij contact met zoutlagen tot oplossing kan leiden. Op de langere termijn is er sprake van stilstaand water in het reservoir en zou er alleen een diffusieproces kunnen ontstaan, zoals blijkt uit de NAM-onderzoeken (zie ook bevindingen in hoofdstuk 16 voor nadere verdieping).
- Aardbevingen (korte en mogelijk lange termijn risico), ten gevolge van de injectie van productiewater. Door een veranderende drukverdeling in de ondergrond zouden hierdoor aanwezige breukzones gereactiveerd kunnen worden.

### Verwerking restproducten

- Transport restproducten (korte termijn risico), indien een vrachtwagen met restproducten een ongeluk heeft en de restproducten op de weg, in de sloot of in de lucht komen. Deze toename van transportbewegingen kan de veiligheid van bewoners in gevaar brengen.
- Lekkage van restproducten uit bovengrondse opslag naar het milieu (lange termijn risico). Restproducten zonder een hergebruikfunctie en die niet afgebroken kunnen worden, blijven voor lange tijd opgeslagen in de biosfeer, bij voorkeur in een afgeschermd stortplaats om verontreiniging van de omgeving te voorkomen. Op de lange termijn kunnen deze restproducten alsnog naar de omgeving weglekken.

### 12.2.3 Beschrijving risico's en gevolgen

Bij de beschrijving van de risico's wordt aangegeven wat de mogelijke gevolgen zijn voor gezondheid, veiligheid en milieu. Tevens wordt beschreven hoe de kans dat ze optreden minimaal kan worden gemaakt. Hierbij is aandacht voor gerichte monitoring en de mate waarin de gevolgen kunnen worden verwijderd. Dit leidt uiteindelijk tot een inschatting van de grootte van de risico's.

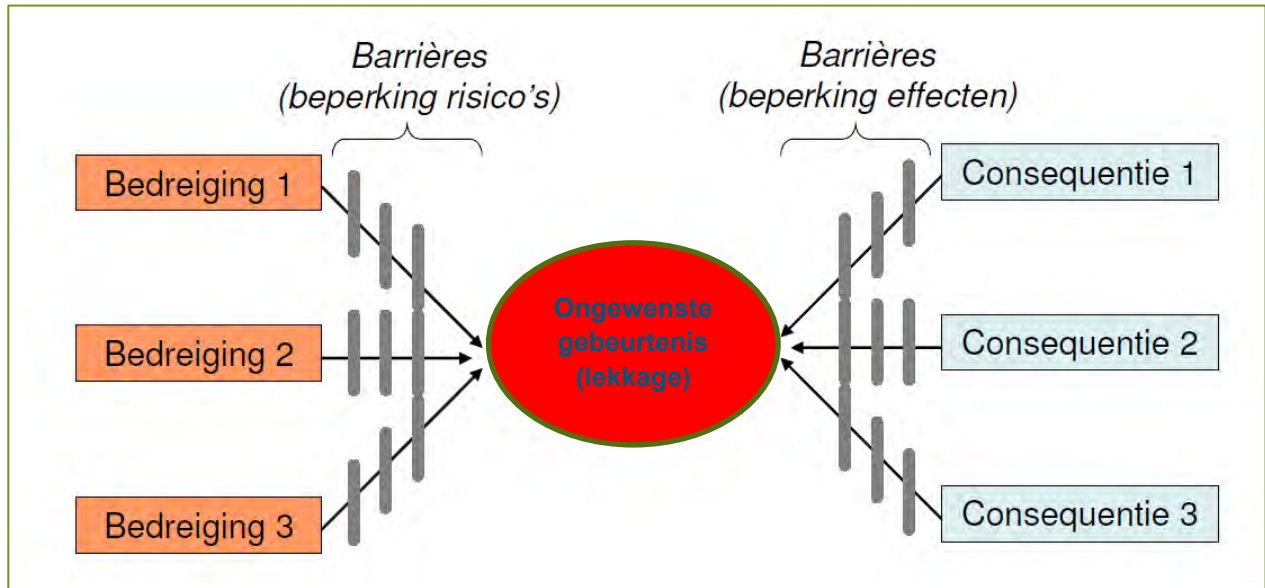
De risicobepaling voor bijvoorbeeld een lekkage in een leiding kan rekenkundig worden bepaald, als externe veiligheid. Vanuit statistische gegevens wordt berekend hoe groot de kans is dat een gebeurtenis optreedt en wat de gevolgen zijn. Dit wordt uitgedrukt in plaatsgebonden risico en groepsrisico. Deze statistische gegevens zijn niet beschikbaar voor de activiteiten in de diepe ondergrond. Er wordt daarom gebruik gemaakt van een kwalitatieve aanpak, waarin voor iedere ongewenste gebeurtenis de mechanismen worden beschreven om de kans te verkleinen én om de gevolgen te beperken.

Om op een systematische manier de risico's van bovengrondse en ondergrondse activiteiten met elkaar te kunnen vergelijken wordt bij de CE-afwegingsmethodiek gebruik gemaakt van de bow-tie methodiek. Dit is een overzichtelijke wijze van het presenteren van oorzaak en gevolg van een risicovolle gebeurtenis, met daarbij ruimte om mitigerende maatregelen aan te geven.

#### Bow-tie methodiek

De bow-tie methodiek geeft inzicht in de mogelijke gebeurtenissen en de mate waarin gevolgen beperkt kunnen blijven. Dit geldt zowel voor de risico's op korte termijn als de risico's op langere termijn.

Bij de bow-tie methodiek worden de ongewenste gebeurtenissen benoemd, met daarbij de oorzaken hoe deze kunnen optreden en de gevolgen indien het daadwerkelijk gebeurt (zie figuur 12.1). Vervolgens worden barrières benoemd, die kunnen voorkomen dat een oorzaak leidt tot de ongewenste gebeurtenis én de barrières die de gevolgen van een dergelijk gebeurtenis beperken. In de onderstaande paragrafen worden de korte en lange termijn risico's via deze methodiek beschreven.



Figuur 12.1: Schema van de bow-tie methode, waarbij een ongewenste gebeurtenis is geïdentificeerd, de mogelijke bedreigingen die de gebeurtenissen kunnen veroorzaken (links) en de mogelijke consequenties van de gebeurtenissen (rechts). De barrières moeten voorkomen dat een bedreiging echt plaatsvindt (links) en dat de gevolgen van een gebeurtenis zoveel mogelijk beperkt worden (rechts).

## 12.3 Toetsing risico's korte termijn (operationele risico's)

De risico's op korte termijn hebben betrekking op de risico's tijdens de operationele fase. Hierbij wordt de kans bepaald dat een gebeurtenis plaatsvindt en de gevolgen van de gebeurtenis op de omgeving. Per onderdeel van de verwerking van de productiewaterstroom worden deze risico's besproken en gescoord aan de hand van de risicoclassificatie.

### 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 12.5: Overzicht classificatie risico korte termijn

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

Indien er per onderdeel meerdere risico's worden gescoord, dan wordt de meeste negatieve score opgenomen in de eindscore.

### 12.3.1 Waterzuivering

Waterzuivering vindt in verschillende mate plaats bij de verschillende alternatieven. Het type zuivering en de schaal en complexiteit van de waterzuivering verschilt per alternatief. Waterzuivering leidt tot de volgende twee categorieën risico's:

- Verontreiniging van de omgeving door stoffen. De waterzuivering bevindt zich op het terrein van de Olie Behandelings Installatie Schoonebeek. Indien stoffen vanuit de waterzuivering in de bodem, lucht op het water komen, ontstaat een tijdelijke verontreiniging. Het betreffen geen direct gevaarlijke stoffen, voor de medewerkers of voor de omgeving en er is dus geen veiligheidsrisico. Daarnaast kunnen verontreinigingen in bodem of water gesaneerd worden. Bewoners bevinden zich op minimaal 200 meter afstand van de waterzuivering. Het effect lijkt hiermee binnen de mijnbouwlocatie te blijven, de effecten zijn minimaal, herstelbaar en tijdelijk van aard (**score 0**).
- Waterstroom in oppervlaktewater. In geval van een lekkage kan een deel van de (on)behandelde en mogelijk zoute waterstroom in het oppervlaktewater terecht komen. De verontreiniging kan zich dan over een groter gebied verspreiden en kan het lokale watersysteem aantasten. In de omgeving van de OBI bevindt zich een watergang die door de waterstroom verontreinigd kan raken. Deze kan afgesloten worden zodat verdere verspreiding niet zal plaatsvinden. De verontreiniging is tijdelijk van aard, maar kan mogelijk tot buiten de OBI komen. Indien nodig kan het verontreinigde water weggepompt worden. Vandaar een enkel negatieve **score (-)**.

In het ontwerp van de waterzuivering en bij het functioneren van de waterzuivering zullen voorzorgsmaatregelen getroffen worden, zodat de kans minimaal is dat er een lekkage uit de waterzuivering optreedt. Dit kan conform de reguliere bedrijfstandaard.

Tabel 12.6.: Korte termijn risicoscore bij de waterzuivering per alternatief.

Alternatief	Eigenschappen Waterzuivering	Risico
Alternatief 1: Vast zout en schoon water lozen	Op het terrein van de OBI in Schoonebeek wordt een nieuwe waterzuiveringsinstallatie gebouwd. Hierbij wordt het productiewater volledig gezuiverd, waarbij zowel de hulpstoffen als het zout uit het water worden gehaald.	Verontreiniging van de omgeving door stoffen. Effecten blijven binnen inrichting, zijn minimaal, tijdelijk en herstelbaar ( <b>score 0</b> ). Waterstroom lekt in oppervlaktewater. Effecten zijn tijdelijk van aard en herstelbaar, maar kunnen tot buiten de mijnbouwlocatie komen ( <b>score -</b> ).
Alternatief 2: Zout water naar de zee	Op het terrein van de OBI wordt een nieuwe waterzuiveringsinstallatie gebouwd. Het productiewater wordt op de OBI zover gezuiverd, dat schoon zout water over blijft.	Verontreiniging van de omgeving door stoffen. Effecten blijven binnen inrichting, zijn minimaal, tijdelijk en herstelbaar ( <b>score 0</b> ). Waterstroom lekt in oppervlaktewater. Effecten zijn tijdelijk van aard en herstelbaar, maar kunnen tot buiten de mijnbouwlocatie komen ( <b>score -</b> ).
Alternatief 3: Indikken tot brijn en waterinjectie	Het productiewater wordt behandeld met ontzoutingstechnieken waarbij een schoon effluent en een geconcentreerde afvalstroom (brijn) vrijkomen. De ontzoutings- en zuiveringsinstallaties worden op de OBI-locatie in Schoonebeek gebouwd.	Verontreiniging van de omgeving door stoffen. Effecten blijven binnen inrichting, zijn minimaal, tijdelijk en herstelbaar ( <b>score 0</b> ). Waterstroom lekt in oppervlaktewater. Effecten zijn tijdelijk van aard en herstelbaar, maar kunnen tot buiten de mijnbouwlocatie komen ( <b>score -</b> ).
Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe Variant 4.4	Bij variant 4.4 van dit alternatief is sprake van beperkte waterzuivering.	Beperkte waterzuivering. Effecten blijven binnen mijnbouwlocatie, zijn minimaal, tijdelijk en herstelbaar ( <b>score 0</b> ).
5: Referentiesituatie	Bij de referentiesituatie is geen sprake van waterzuivering.	Geen waterzuivering ( <b>score 0</b> ).

### 12.3.2 Watertransport (alle alternatieven, verschillende leidingmaterialen, verschillende watersamenstelling)

Watertransport vindt plaats bij alle verschillende alternatieven. De afstand, het type transportleiding en de mate waarin watertransport langs kwetsbare gebieden plaats vindt, verschilt per alternatief.

Watertransport leidt tot het risico van waterlekage uit de leiding:

- Lekkage uit de transportleiding leidt tot aantasting van de bodem in de directe omgeving. Om te voorkomen dat een lekkage optreedt, kunnen verschillende maatregelen genomen worden. Nabij kwetsbare gebieden zoals natuur- en waterwingebieden, zal extra bescherming nodig zijn of een aangepaste route voor de transportleiding. Bescherming van de transportleiding tegen aantasting van binnenuit vindt plaats door de materiaalkeuze van de leiding en indien nodig de toevoeging van anti-corrosiemiddel, biocide en H<sub>2</sub>S-binder. Externe factoren kunnen de transportleiding ook beschadigen, zoals graafwerkzaamheden door derden. Om dit risico te beperken zijn er standaard regels voor buisleidingen en graafwerkzaamheden (zoals meldingsplicht).

- Indien een lekkage optreedt zijn er maatregelen om de effecten te beperken. Door monitoring van de druk in de transportleiding kunnen (grote) lekkages snel gedetecteerd worden. Het leidingtraject wordt periodiek geïnspecteerd en lokaal zijn terreinbeheerders en boeren op de hoogte van de ligging van het traject, zodat lekkages kunnen worden opgemerkt en doorgegeven. In geval van een lekkage wordt de verontreinigde bodem gesaneerd, zodat de verontreinigingen opgeruimd worden. Het risico op lekkage is hiermee tijdelijk van aard en herstelbaar. Omdat de lekkage buiten de inrichting plaats kan vinden krijgt het een enkel negatieve **score (-)**. Uitzonderingen hierbij zijn buisleidingen in natuur- of waterwingebieden. Deze krijgen een dubbel negatieve score omdat de negatieve effecten in deze gebieden groter zijn (**score - -**). Gerichte monitoring op lekkage zal in dat geval noodzakelijk zijn om de risico's voldoende te kunnen beperken.

### Risico van lekkage in natuurgebieden

Indien productiewater in natuurgebieden terecht komt, kan dit leiden tot schade aan het natuurgebied, waarbij herstel vele jaren kan duren. In de omgeving van de huidige transportleiding bevinden zich Natura 2000 gebieden zoals het Springendal en Dal van de Mosbeek, en de Engbertsdijksvenen. Bij nieuwe tracés zal rekening moeten worden gehouden met nog andere natuurgebieden. Een eventuele verontreiniging met productiewater kan worden gesaneerd, maar de sanering zelf kan leiden tot negatieve effecten door verstoring van kwetsbare natuur.

### Interactie tussen ondiepe grondwaterlagen en de diepere ondergrond

De ondiepe grondwaterstroming is lokaal kwetsbaar voor veranderingen. Dit geldt voor kwelstromen en freatische grondwaterstanden, waar een evenwicht gezocht wordt tussen agrarische en natuurbelangen. Daarbij is peilbeheer en regulering van grondwateronttrekking van belang.

De waterinjectie in diepe grondwaterlagen heeft geen invloed op deze ondiepe grondwaterstroming. Daarvoor is de diepte waarop waterinjectie plaatsvindt te groot (meer dan 1.000 meter diepte) en zijn er teveel scheidende lagen tussen de gasreservoirs en de ondiepe kwetsbare waterlagen. Waterinjectie in lege gasreservoirs heeft zodoende geen effect op verdrogingsbestrijding of andere maatregelen die aan het maaiveld worden doorgevoerd.

De risicoscore bij watertransport wordt per alternatief toegelicht in onderstaande tabel.

Tabel 12.7: Korte termijn risicoscore bij watertransport per alternatief.

Alternatief	Eigenschappen Watertransport	Risico
Alternatief 1: Vast zout en schoon water lozen	Nieuw aan te leggen leiding naar Stieltjeskanaal, circa 10 km. Transport van schoon zoet water.	Lekkage van schoon zoet water leidt niet tot milieu-impacts ( <b>score 0</b> ).
Alternatief 2: Zout water naar de zee	Nieuwe leiding en mogelijk deels gebruik van bestaande VKA leiding, circa 100 km. Transport van schoon zout water. De leiding bevindt zich op voldoende afstand van kwetsbare gebieden.	Bodemverontreiniging, geeft tijdelijke aantasting. Lekkage van schoon zout water is tijdelijk en kan gesaneerd worden ( <b>score -</b> ), maar bij natuurgebied of in waterwingebied heeft dit meer impact (score - -).
Alternatief 3: Indikken tot brijn en waterinjectie	Bestaande leiding naar Twente en/ of Drenthe. Transport van geconcentreerd zout water met opgeloste stoffen. De leiding bevindt zich op voldoende afstand van kwetsbare gebieden.	Bodemverontreiniging, geeft tijdelijke aantasting. Lekkage van geconcentreerd zout injectiewater is tijdelijk en kan gesaneerd worden ( <b>score -</b> ), maar bij natuurgebied of in waterwingebied heeft dit meer impact (score - -).



Alternatief	Eigenschappen Watertransport	Risico
Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe	Bestaande leiding naar Twente en Drenthe. Transport van zout water met opgeloste stoffen. Afhankelijk van de variant wordt biocide en H <sub>2</sub> S-binder toegevoegd. De leiding bevindt zich op voldoende afstand van kwetsbare gebieden.	Bodemverontreiniging, geeft tijdelijke aantasting. Lekkage van zout injectiewater is tijdelijk en kan gesaneerd worden ( <b>score -</b> ), maar bij natuurgebied of in waterwingebied heeft dit meer impact (score - -).
5: Referentiesituatie	Pijp in pijp constructie naar Twente. Transport van zout water met opgeloste stoffen.	Bodemverontreiniging, geeft tijdelijke aantasting. Vanwege pijp-in-pijp constructie is een extra barrière aanwezig. Lekkage van zout injectiewater is tijdelijk en kan gesaneerd worden ( <b>score -</b> ).

### 12.3.3 Waterlozing in de biosfeer (oppervlaktewater of zee)

Bij alternatief 1 en 3 wordt schoon, zoet water op het oppervlaktewater bij het Stieltjeskanaal geloosd. In het derde alternatief is dit watervolume kleiner (ongeveer 75% van het totaal). In alternatief 2 wordt het gezuiverde zoute water naar de Eems verpompt. Bij alternatief 4 en 5 is geen sprake van lozing. De risico's van lozing van het water zijn afhankelijk van:

- De samenstelling en temperatuur van het te lozen water. Dit kan tijdelijk afwijken van de normen. Indien een verontreiniging door de waterzuivering heen komt, verslechtert dit de waterkwaliteit van het oppervlaktewater of op zee. Dit kan optreden bij procesverstoringen in het zuiveringsproces. Het betreft een tijdelijk effect, maar kan zeer slecht voor de lokale waterkwaliteit zijn, indien de vervuilde waterlozing gedurende langere tijd optreedt of in een kwetsbare omgeving komt. Vanwege de ernst van het effect krijgt dit een dubbel negatieve score als er geen mitigerende maatregelen genomen worden (score - -). Indien de waterkwaliteit bij het lozingspunt continue gemonitord wordt, kunnen problemen snel worden gesignaleerd en verholpen. De waterlozing kan dan direct worden gestopt. Ook kan eventueel gebruik worden gemaakt van een waterbuffer, zodat het niet direct in de omgeving komt. In geval van een procesverstoring kan dan actie ondernomen worden voordat het water in het milieu komt. Met mitigerende maatregelen krijgt de lozing op het Stieltjeskanaal een enkel negatieve score, omdat het een zeer tijdelijk effect betreft en de vervuiling snel verdunt raakt (**score -**). Lozing in de Eems komt uiteindelijk in de Waddenzee terecht. Dit betreft een beschermd natuurgebied met hoge natuurwaarden. Daarom wordt bij lozing in de Eems ondanks de mitigerende maatregelen toch een dubbel negatieve score toegekend (**score - -**).

De risicoscore bij de waterlozing wordt per alternatief toegelicht in de onderstaande tabel.

Tabel 12.8: Korte termijn risicoscore bij waterlozing per alternatief.

Alternatief	Eigenschappen Waterlozing	Risico
Alternatief 1: Vast zout en schoon water lozen	Lozing van schoon zoet water in Stieltjeskanaal. Monitoring waterkwaliteit.	Verontreinigen komen in oppervlaktewater terecht, indien zuivering niet goed functioneert. Na signalering via de monitoring wordt de lozing gestopt en is het effect tijdelijk. Vanwege de doorstroming van het water raakt de verontreiniging verdund en verdwijnt uiteindelijk (score -).
Alternatief 2: Zout water naar de zee	Lozing van schoon zout water bij nader te bepalen lozingspunt in de Eems. Monitoring waterkwaliteit.	Verontreinigen komen in zee bij Eems terecht, indien zuivering niet goed functioneert. Na signalering via de monitoring wordt de lozing gestopt en is het effect tijdelijk. Vanwege eb en vloedwerking raakt de verontreiniging verdund en verdwijnt uiteindelijk. Vanwege hoge natuurwaarden weegt het risico zwaarder (score - -).
Alternatief 3: Indikken tot brijn en waterinjectie	Lozing van kleiner volume (ca. 75%) schoon zoet water in Stieltjeskanaal. Monitoring waterkwaliteit.	Verontreinigen komen in oppervlaktewater terecht, indien zuivering niet goed functioneert. Na signalering via de monitoring wordt de lozing gestopt en is het effect tijdelijk. Vanwege door doorstroming van het water raakt de verontreiniging verdund en verdwijnt uiteindelijk (score -).
Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe	Geen waterlozing.	Geen lozing (score 0).
5: Referentiesituatie	Geen waterlozing.	Geen lozing (score 0).

### 12.3.4 Waterinjectie - algemeen

In alternatief 3, 4 en de referentiesituatie wordt het productiewater in lege gasvelden in Twente en/of Drenthe geïnjecteerd. Waterinjectie in de diepe ondergrond leidt tot verschillende risico's. De risico's zijn te verdelen in drie onderdelen (lekkage bij putten, aantasting zoutlaag, aardbevingen). Voor ieder onderdeel staat in onderstaande paragrafen beschreven welke maatregelen de kans dat dit risico optreedt verkleinen en welke maatregelen de effecten van het risico beperken indien het toch optreedt.

#### Classificatie risico's waterinjectie korte termijn

De classificatie van de risico's is gebaseerd op de volgende overwegingen, waarbij een score van een enkele min wordt gegeven als een risico niet is uit te sluiten, twee minnen in het geval er een kleinschalig effect zal optreden en drie minnen indien er een duidelijk effect in de biosfeer optreedt:

- Lekkage injectieputten. Indien een injectieput lek is, kan productiewater uit de put naar de omgeving stromen, of omgekeerd kan water uit de ondergrond naar de put stromen. Bij een lekkage in de put op grote diepte ontstaat een vergelijkbare situatie als bij een lekkage uit het reservoir (zie hieronder). Indien de putlekkage op geringe diepte plaatsvindt, kan het productiewater vermengen met het zoete

of brakke grondwater en uiteindelijk het oppervlaktewater. Zeker als het grondwater en oppervlaktewater functies hebben als drinkwater voor mens of natuur, is dat (zeer) onwenselijk. Als de samenstelling van het productiewater zodanig is dat het, vermengd met oppervlaktewater of grondwater, gevaar voor de gezondheid oplevert, is de score drievoudig negatief (score - - -). Indien dit geen directe gevaren voor de gezondheid of het milieu oplevert, is de score dubbel negatief (score - -). Door gerichte monitoring kan een lekkage snel worden getraceerd en gesaneerd, waardoor slechts weinig water uit de put weg kan lekken en weggepompt kan worden. In dat geval zijn de effecten tijdelijk en herstelbaar. De score is dan enkel negatief (score -).

- Aantasting van de zoutlaag boven het reservoir. Indien er geen scheidende laag (b.v. anhydriet) aanwezig is boven het reservoir, kan mogelijk een deel van het zout oplossen. Er moet dan wel circulatie in het reservoir kunnen optreden, zodat steeds nieuw onverzadigd water het zout kan oplossen. Vanwege de lage verticale permeabiliteit in het reservoir is dit onwaarschijnlijk. Het is niet duidelijk of zoutoplossing daadwerkelijk tot effecten in de biosfeer zal leiden, maar indien de mogelijkheid bestaat geeft het een score van drievoudig negatief (score - - -). Indien zoutoplossing alleen zeer plaatselijk is, bijvoorbeeld bij een breukzone en er is weinig waterstroming, zal het effect op korte termijn gering zijn, wat een dubbel negatieve score geeft (score - -). Indien zoutlagen aanwezig zijn, maar er geen contact verwacht wordt, is de risicoscore enkel negatief, omdat het effect niet geheel is uit te sluiten doordat monitoring effectief niet mogelijk is (score -).
- Aardbevingen (korte en mogelijk lange termijn) kunnen ontstaan ten gevolge van de injectie van productiewater. Hierdoor verandert de drukbalans in de diepe ondergrond, waardoor aanwezige breukzones gereactiveerd kunnen worden. Indien deze breukzones onder spanning staan, voldoende groot zijn en hard genoeg om plots te verschuiven, dan kan dit tot een aardbeving leiden. Als er kans is op dusdanig krachtige aardbevingen dat er schade aan gebouwen optreedt en mensen gewond kunnen raken (een veiligheidsrisico), dan is de score driedubbel negatief (score - - -). Indien aangetoond is dat het aardbevingsrisico sterk verkleind wordt door alleen injectievelden en putten te gebruiken waar de kans en magnitude van aardbevingen als gevolg van injectie klein is, dan is er sprake van een dubbel negatieve score (score - -). Het gaat dan om velden en putten die niet in de buurt van grote breukvlakken liggen of tijdens de periode van gaswinning aardbevingen hebben gekend. Indien het aardbevingsrisico verder verkleind kan worden door een seismisch monitoringsnetwerk en een injectieprotocol, dan is er sprake van een enkel negatieve score (score -). In het injectieprotocol staat beschreven welke maatregelen en acties genomen worden bij een waargenomen trilling.

### Ruimtelijke risico's bij lekkages

Lekkage dient voorkomen te worden en indien het optreedt zoveel mogelijk beperkt en hersteld. Daarbij is het van belang zicht te hebben in hoeverre in de omgeving kwetsbare gebieden voor komen. Dit geldt voor lekkage vanuit een transportleiding, door de putwand of vanuit de diepe ondergrond uit een reservoir.

Natuurgebieden zijn op de kaart aangegeven en het is van belang dat het gebied zelf, of kwelstromen naar het gebied toe, niet worden beïnvloed. Kaart 4 geeft de overzichtskaart van deze gebieden in Zuidoost Drenthe.

De bodemlagen in de biosfeer worden deels benut voor de winning van grondwater, voor drinkwater of anderszins zoals beregening van agrarische gronden. Het zoete grondwater bevindt zich in de regio Drenthe en Twente in de regel tot maximaal 150 tot 200 meter diepte.

De risico's van lekkage bij de put en op aardbevingen door waterinjectie worden hieronder beschreven. In deze paragrafen zijn de preventieve maatregelen en de monitoring benoemd die toegepast worden om de kans op een gebeurtenis te minimaliseren en adequaat te handelen indien zich een calamiteit voordoet.

De maatregelen tegen lekkage uit het reservoir staan beschreven bij de lange termijn risico's (hoofdstuk 12.4).

### 12.3.5 Waterinjectie – risicobepaling lekkage bij de put (score -)

Voor het injecteren van productiewater wordt gebruik gemaakt van bestaande putten. Deze putten zijn soms tientallen jaren geleden geboord en sindsdien gebruikt voor gaswinning. De putten zijn van staal en hebben meerdere cilindrische stalen buizen. Hierbinnen bevindt zich een vervangbare injectiebuis. In de ruimte tussen de injectiebuis en de putwand bevindt zich een vloeistof, evenals tussen de verschillende andere stalen buizen. Hierin wordt de druk gemeten, waardoor een eventuele lekkage gedetecteerd wordt voordat deze in de bodem kan komen. Door deze putconstructie wordt in de ondiepe ondergrond het grondwater gescheiden van het injectiewater door 3 of 4 metalen buiswanden.

#### Risico:

Het productiewater wordt via de injectiebuis in het reservoir gebracht. De volgende risico's zijn relevant:

- Productiewater lekt tijdens de injectie uit de put naar de ondergrond, specifiek naar de biosfeer en veroorzaakt daar verontreiniging. In het geval van een ondiepe lekkage komt het injectiewater samen met het aanwezige grondwater. Deze verontreiniging van grondwater dient voorkomen te worden.
- Ter plaatse van een afdichtende laag ontstaat ruimte tussen de buitenkant van de put en het gesteente. Hierdoor komen bodemlagen die normaal van elkaar gescheiden zijn met elkaar in verbinding. Omdat er in principe geen overdruk in de diepe lagen is, zal er geen water vanuit het injectiereservoir langs de buitenkant van de put omhoog kunnen stromen. Eventueel van nature aanwezige gassen, zoals methaan, kunnen mogelijk wel langs de buitenkant van de put omhoog migreren. Dit risico is echter inherent aan elke gasput en wordt niet beïnvloed door de waterinjectie.

#### Preventieve maatregelen:

Bij het boren van de put is rekening gehouden met veiligheidseisen om lekkage te voorkomen. Tussen de injectiebuis en de putwand bevinden zich zoals bovenstaande beschreven meerdere metalen buiswanden; de ruimten hiertussen is gevuld met cement of een vloeistof, waarvan de druk aan het oppervlak wordt gemeten. Deze verschillende barrières scheiden het injectiewater van de bodemlagen boven het injectiereservoir. Bij het injecteren van productiewater wordt anti-corrosie middel toegevoegd om te zorgen er geen aantasting van de stalen put plaatsvindt.

#### Selectie van de putten:

Bij de selectie van mogelijke injectieputten is putintegriteit als criterium meegenomen. Alleen de putten die aantoonbaar een goede injectiebuis, putwand en cementering hebben, worden gebruikt bij waterinjectie.

#### Monitoring:

Om de conditie van de putten en het reservoir te monitoren vindt elk jaar een aantal activiteiten plaats. Allereerst worden alle bovengrondse putafsluiters getest en onderhouden zodat een goede werking kan worden gegarandeerd. Verder worden op continue basis de injectiedruk en volumes gemeten. Zo wordt gecontroleerd hoeveel injectiewater in het reservoir opgeslagen wordt en of de druk niet te snel oploopt, zodat het over het hele opslagreservoir kan verspreiden. Daarmee samenhangend worden ook de drukken van de annulaire ruimten buiten de injectieverbuizing (tubing) gemeten, zodat een eventuele lekkage in de put tijdig kan worden opgemerkt.

In de putten zelf worden op incidentele basis metingen uitgevoerd. Jaarlijks wordt een plan gemaakt waarin de noodzakelijke metingen aangegeven staan. Er wordt gemeten hoe dik de buiswand is. Indien de tubing onvoldoende dikte heeft, wordt deze vervangen door een nieuwe tubing. De putwand en cementlaag vormen nog een tweede en derde barrière. Ook de kwaliteit van de cementering kan met behulp van een inspectie worden getoetst. Daarnaast vinden er metingen plaats die de druk in het reservoir meten en de diameter van de put.

Steenzout achter de put zou kunnen oplossen indien hier het relatief zoetere injectiewater kan circuleren. Dit kan dan leiden tot een lekkagepad uit het reservoir. Ter controle kan de temperatuur achter de putwand gemeten worden, waardoor dit gedetecteerd wordt. Deze metingen in de put zelf worden slechts uitgevoerd als er onduidelijkheid bestaat over de druk of de conditie van de put en worden niet routinematig ieder jaar opnieuw gepland.

### **Actie bij ongewenste situatie:**

In het geval de metingen aantonen dat de putdikte van één van de stalen verbuizingen of de cementintegriteit onvoldoende is, kunnen putwerkzaamheden uitgevoerd worden om de injectieput te herstellen. Indien de put niet meer voldoet en ook niet gerepareerd kan worden, kan de put permanent worden afgesloten door deze over verschillende diepte intervallen volledig te vullen met verschillende cement pluggen. Hierdoor kan geen stroming meer in of buitenlangs de put plaatsvinden. Monitoring zorgt er voor dat in geval van een lekkage de waterinjectie direct gestopt wordt, waardoor de hoeveelheid gelekt water beperkt blijft. Indien de put op voldoende afstand van een kwetsbaar gebied staat, zal de grondwaterstroming naar een kwetsbare zone beperkt blijven als de lekkage binnen een jaar wordt gesignaleerd. Een lekkage die de biosfeer bereikt kan met behulp van een nieuwe ondiepe put worden verwijderd.

### **12.3.6 Waterinjectie – risicobepaling zoutoplossing (score -)**

Tijdens de waterinjectie komt het water in het reservoir, in de omgeving van zoutlagen, zoals verderop beschreven bij de lange termijn risico's in hoofdstuk 12.4.

#### **Risico**

Het injectiewater bevat zout, maar is niet verzadigd met zout. Er is een risico dat zout uit de zoutlagen in het water oplost, waardoor de integriteit van de zoutlagen afneemt.

#### **Preventieve maatregelen**

Selectie van reservoirs met een lateraal continue anhydriet laag en selectie van putten op afstand van breukzones waar zoutlagen mogelijk in contact staan met het reservoir. En bij de selectie van de putten is de integriteit zodanig dat geen water langs de buitenkant van de putwand in contact komt met de zoutlagen. Hierdoor zal naar verwachting zoutoplossing niet of in zodanig beperkte mate optreden dat dit geen merkbaar effect heeft op de biosfeer.

#### **Monitoring**

Monitoring van mogelijke zoutoplossing bij breukzones kan niet direct worden geregistreerd. Indirect is het mogelijk na te gaan of er zoutoplossing heeft plaatsgevonden door meting van bodemdaling boven het gasveld.

Monitoring van zoutoplossing rondom de injectieput is eveneens niet direct meetbaar. Er worden temperatuurmetingen uitgevoerd, waarbij middels temperatuurmeting in de put een indicatie wordt

verkregen van waterstroming achter de putwand ter hoogte van een zoutlaag. Deze meetmethode geeft echter onvoldoende zekerheid over een mogelijk zoutoplossing.

### Actie bij ongewenste situatie

In het geval tijdens de waterinjectie een duidelijke indicatie ontstaat van mogelijke zoutoplossing, kan verdere waterinjectie in overleg met SodM worden aangepast.

### 12.3.7 Waterinjectie – risicobepaling seismische activiteit

Zowel gaswinning en waterinjectie zorgen voor drukveranderingen in het reservoir en kunnen in potentie tot aardbevingen leiden. Van nature zijn er spanningen aanwezig in de diepe ondergrond. Een breukvlak dat onder kritische spanning staat, kan door een veranderde spanningsbalans een kritisch punt overschrijden, waardoor de gesteentelagen aan weerszijde van de breuk langs elkaar schuiven.

#### Risico:

De vele aardbevingen in het zeer grote Groningegasveld zijn het bekendste voorbeeld van bevingen als gevolg van gaswinning. In Zuidoost Drenthe heeft zich als gevolg van de gaswinning in de omgeving van Emmen, en met name bij Roswinkel, een aantal bodemtrillingen voorgedaan. In Nederland is slechts één aardbeving geregistreerd waarbij een mogelijke associatie met waterinjectie niet uitgesloten is zoals beschreven in hoofdstuk 4.3.1. Dit heeft voornamelijk te maken met het feit dat bij waterinjectie in een leeg gasveld, de druk laag is en geleidelijk teruggaat naar de oorspronkelijke en stabiele situatie. Dit drukherstel veroorzaakt in principe geen aardbevingen. Daarom is de kans op aardbevingen als gevolg van waterinjectie klein. De afwezigheid van meetbare aardbevingen gedurende zowel de hele periode van gasproductie als ook de eerste 4 jaar van de waterinjectie in de Twentevelden bevestigt dit.

De kans op een geïnduceerde seismische activiteit als gevolg van waterinjectie hangt primair af of er in de nabijheid van het injectiepunt natuurlijke breuken aanwezig zijn, die onder kritische spanning staan. Daarbij komt dat geïnduceerde seismische activiteit meestal pas voor mensen aan het oppervlak voelbaar is als een groot deel van het breukvlak plotseling kan schuiven. Deze grote breuklijnen zijn zichtbaar op de seismische beelden van de ondergrond.

#### Preventieve maatregelen:

Wereldwijd is bij de meeste gevallen waarin waterinjectie tot een aardbeving heeft geleid de druk in het injectiereservoir opgelopen tot boven de oorspronkelijke druk. Er ontstaan dan spanningen in de ondergrond, die daar eerder niet zijn geweest. Als deze spanningen sterk genoeg zijn kunnen eventueel aanwezige breukvlakken verschuiven met een beving tot gevolg. In Nederland is het daarom ook niet toegestaan om de druk te verhogen tot boven het oorspronkelijke niveau. Dit verlaagt het risico op aardbevingen aanzienlijk. Dit is beschreven voor de Twentevelden in Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields [Ref. NAM, 2015]. Dit zal voor de Drenthevelden vergelijkbaar worden uitgewerkt. Daarnaast is een protocol voor seismische activiteit opgesteld op verzoek van SodM. In dit protocol is vastgelegd hoe het risico op mogelijke bevingen beheerst wordt. Het beschrijft, hoe wordt voorkomen dat aardbevingen in de eerste plaats optreden en indien zich een trilling voordoet welke acties genomen worden. Ook dient injectie vermeden te worden in de buurt van actieve breuken. Met behulp van de seismische informatie worden de breuklijnen in kaart gebracht. De kans bestaat dat kleinere breuklijnen niet zichtbaar zijn in de seismiek.

### Selectie van reservoirs en putten bij de alternatieven:

Bij de selectie van mogelijke gasvelden en injectieputten is het seismisch risico als criterium meegenomen. Alleen de putten waarvan dit risico laag is komen in aanmerking als injectieput (zoals beschreven in 11.2).

### Monitoring:

Om bodemtrillingen te voorkomen en om adequaat te kunnen handelen bij een beving wordt er bij de injectieput gemonitord. Tijdens de injectie wordt periodiek de lokale reservoirdruk gemeten in de injectieputten. De gemeten druk wordt vergeleken met de gemodelleerde druk. Als op basis van deze metingen blijkt dat de werkelijke druk anders toeneemt dan gemodelleerd, dan gedraagt het reservoir zich niet zoals verwacht. De gemodelleerde druk is gebaseerd op de hoeveelheid gas die oorspronkelijk uit het reservoir is geproduceerd. Er kan bijvoorbeeld sprake zijn van verstopping rondom de put of beperkte doorlatendheid naar een deel van het reservoir. Door de drukmetingen wordt deze verminderde doorstroming gedetecteerd en kan de injectiesnelheid daarop aangepast worden. Dit voorkomt dat de druk plaatselijk rond de injectieput hoger oploopt dan bedoeld. Daarnaast is een maximale injectiedruk vastgesteld die de integriteit van de afsluitende bovenlaag waarborgt.

Bij de waterinjectieputten kan ook een seismologisch netwerk worden geïnstalleerd (indien nog niet aanwezig). Dit netwerk kan eventuele trillingen waarnemen en precies lokaliseren. Dit verschaft extra informatie over het bevingsrisico als gevolg van de waterinjectie. Zo kunnen metingen gekoppeld worden aan het seismisch risico management systeem en kunnen er passende acties genomen worden (Protocol Monitoring seismische activiteit, 2015; Technical evaluation of Twente water injection wells. 2015).

### Acties bij aardbeving:

Door het seismologisch netwerk worden trillingen direct gedetecteerd. In het seismisch protocol staat beschreven dat bij trillingen boven een bepaalde grens de injectie verlaagd of gestopt wordt [Ref. NAM, 2015]. Dit verkleint het seismisch risico omdat bevingen als gevolg van waterinjectie naar verwachting niet direct tot één grote beving leiden, maar geleidelijk in intensiteit toenemen.

### 12.3.8 Waterinjectie – scores

Bij alternatief 1: Vast zout en schoon water lozen en 2: Zout water naar zee, vindt geen waterinjectie plaats. Er zijn daarom geen risico's van injectie en deze alternatieven scoren neutraal (score 0).

In de overige alternatieven (3, 4 en 5) wordt het productiewater wel geïnjecteerd. De effecten kunnen buiten de inrichting van NAM optreden en kunnen in potentie serieuze gevolgen hebben. Alleen putten waarvan aangetoond is dat deze geschikt zijn voor waterinjectie komen in aanmerking. Vanwege de juiste putkeuze is het risico op lekkage, zoutoplossing en aardbevingen beperkt. Daarnaast vindt gerichte monitoring plaats en kunnen er acties ondernomen worden in geval een calamiteit optreedt. Daarom zijn de risico's tijdelijk van aard en herstelbaar. Alternatief 3, 4 en 5 krijgen daarom een enkel negatieve score op risico's van waterinjectie (score -). Bovendien is er nog nooit in Nederland een injectieput ingesloten vanwege lekkage naar het grondwater, wat aangeeft dat de kans dat een dergelijke calamiteit op kan treden laag is.

Tabel 12.9: Korte termijn risicoscore bij waterinjectie per alternatief.

Alternatief	Eigenschappen	Risico
Alternatief 1: Vast zout en schoon water lozen	Geen waterinjectie.	Niet van toepassing (score 0).
Alternatief 2: Zout water naar de zee	Geen waterinjectie.	Niet van toepassing (score 0).
Alternatief 3: Indikken tot brijn en waterinjectie	Injectie van geconcentreerd zout water met opgeloste stoffen in Twente- en/ of Drenthevelden.	Waterinjectie kan leiden tot aardbevingen, zoutoplossing of lekkage. Effecten kunnen buiten de inrichting optreden en grote impact hebben. Vanwege putselectie is het risico beperkt. Daarnaast vindt gerichte monitoring plaats en kunnen er acties ondernomen worden in geval een calamiteit optreedt. Daarom zijn de risico's tijdelijk van aard en de gevolgen herstelbaar (score -).
Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe	Injectie van zout water met opgeloste stoffen in Twente- en Drenthevelden. Afhankelijk van de variant wordt biocide en H <sub>2</sub> S-binder toegevoegd.	Waterinjectie kan leiden tot aardbevingen, zoutoplossing of lekkage. Effecten kunnen buiten de inrichting optreden en grote impact hebben. Vanwege putselectie is het risico beperkt. Daarnaast vindt gerichte monitoring plaats en kunnen er acties ondernomen worden in geval een calamiteit optreedt. Daarom zijn de risico's tijdelijk van aard en de gevolgen herstelbaar (score -).
5: Referentiesituatie	Injectie van zout water met opgeloste stoffen in Twentevelden.	Waterinjectie kan leiden tot aardbevingen, zoutoplossing of lekkage. Effecten kunnen buiten de inrichting optreden en grote impact hebben. Vanwege putselectie is het risico beperkt. Daarnaast vindt gerichte monitoring plaats en kunnen er acties ondernomen worden in geval een calamiteit optreedt. Daarom zijn de risico's tijdelijk van aard en de gevolgen herstelbaar (score -).



### 12.3.9 Verwerking restproducten

In alternatief 1 tot 3 wordt het productiewater gezuiverd voordat het verder verwerkt wordt. Na de zuivering wordt het water geloosd op zee, op het oppervlaktewater of geïnjecteerd in de diepe ondergrond. Naast de gezuiverde stroom ontstaan altijd reststromen met de geconcentreerde afvalproducten.

Bij alternatief 4 (waterinjectie Twente en Drenthe) en de referentiesituatie zou eventueel een beperkte waterzuivering toegepast kunnen worden, waarna het water in de ondergrond wordt geïnjecteerd. Bij waterzuivering ontstaan restproducten. Deze restproducten worden bij voorkeur hergebruikt of afgebroken. Dit is echter niet mogelijk voor alle restproducten. Een deel van de restproducten moet opgeslagen worden in de biosfeer. Deze stoffen worden vervoerd naar en opgeslagen in een speciale stortplaats, waar de restproducten 'voor eeuwig' geïsoleerd moeten blijven van hun omgeving (mens en milieu). Transport en opslag van deze reststoffen brengt zowel korte en lange termijn risico's met zich mee.

- Transport van de restproducten (korte termijn risico). Indien een vrachtwagen of schip met restproducten een ongeluk krijgt, kunnen de restproducten op de weg, in het water of in de lucht komen. Vooral bij lekkage in het water kan een relatief groot gebied vervuild raken. Afhankelijk van de aard van de vervoerde reststoffen worden er standaard eisen gesteld aan het vervoer om deze risico's te beperken. In geval van een ongeluk wordt het vervuilde gebied direct gesaneerd, waardoor de effecten tijdelijk van aard zijn en herstelbaar. Bij alternatief 3, 4 en 5 is geen zuivering, of een zuivering met dusdanig weinig restproducten dat de risico's tijdens transport nihil worden geacht (score 0). De hoeveelheid reststoffen bij alternatief 2 is groter. Dit transport brengt een relatief klein risico met zich mee, maar kan buiten de mijnbouwlocatie optreden. Het risico tijdens transport krijgt daarom een enkel negatieve score bij alternatief 2 (score -). Bij alternatief 1 moet het productiewater volledig gezuiverd worden. Hierbij ontstaat ruim een factor 10 keer meer restproduct. Onafhankelijk of dit restproduct hergebruikt kan worden of opgeslagen is transport nodig. Door dit vele transport neemt het risico op een ongeluk en effecten naar de omgeving evenredig toe. Vanwege dit grote volume krijgt alternatief 1 een dubbel negatieve score (score - -). Een gericht risico verkeersplan zal bij dit alternatief van extra groot belang zijn om deze transportrisico's voldoende af te dekken.
- Lekkage van restproducten uit de opslag in het milieu (voornamelijk lange termijn risico). Restproducten zonder een hergebruikfunctie en die niet afgebroken kunnen worden, blijven voor lange tijd of zelf permanent opgeslagen in de biosfeer. Afhankelijk van de aard van de stoffen zijn er verschillende wettelijke eisen aan de opslag om te voorkomen dat de stoffen in het milieu terecht kunnen komen. Dit kan plaatsvinden door verwaaiing of lekkage naar de bodem en grondwater. Vanwege deze eisen zijn op de korte termijn de risico's op lekkage dusdanig klein dat hier een neutrale score aan wordt toegekend (score 0). De effecten blijven binnen de inrichting van de opslaglocatie, worden gemonitord en zijn herstelbaar. Op de (zeer) lange termijn kunnen deze opslaglocaties echter degraderen waarbij de stoffen uiteindelijk in het milieu terecht komen. Dit risico is opgenomen in het volgende hoofdstuk over lange termijn risico's.

De risicoscore bij de verwerking van de reststoffen wordt per alternatief samengevat in onderstaande tabel.

#### **Toelichting risico bij transport van totale hoeveelheid zout bij alternatief 1**

Bij alternatief 1 ontstaat in totaal circa 200 ton zout per dag, dat in de loop van de tijd zal afnemen tot naar verwachting 60 ton zout. In eerste instantie zijn hiervoor gemiddeld 7 vrachtwagens per dag nodig om het zout af te voeren naar een stortlocatie. Uiteindelijk zal dat reduceren tot mogelijk 2 vrachtwagens per dag. Door de lange periode waarbij dagelijks gereden moet worden, is hier extra aandacht nodig voor de veiligheid van de omgeving waar deze vrachtwagens gaan rijden. 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.”*

De score van een dubbele min voor het risico bij transport van zout met behulp van vrachtwagens is op bovenstaande gebaseerd. 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.

Tabel 12.10: Korte termijn risicoscore bij verwerking reststoffen per alternatief.

Alternatief	Eigenschappen	Risico
Alternatief 1: Vast zout en schoon water lozen	Transport van 200 ton zout per dag voor hergebruik of permanente opslag. Tot 2040 wordt een totaal zoutvolume geproduceerd van grofweg 0,6 miljoen m <sup>3</sup> (ofwel een volume van ongeveer 100 bij 100 bij 60 meter, indien kurkdroog zout).	Het risico van lekkage uit de opslag op korte termijn wordt als nihil beschouwd. De effecten zijn tijdelijk, binnen de inrichting en herstelbaar (score 0). Vanwege de grote hoeveelheid transportbewegingen van de restproducten is de kans op een ongeluk relatief groot. Daarbij kunnen restproducten lokale verontreiniging buiten de mijnbouwlocatie veroorzaken. Met een gericht verkeersplan zijn deze risico's te beperken (score - -).
Alternatief 2: Zout water naar de zee	Transport van minder dan 20 ton reststoffen per dag voor hergebruik, verwerking of permanente opslag. Veruit de meeste reststoffen worden hergebruikt.	Het risico van lekkage uit de opslag op korte termijn wordt als nihil beschouwd. De effecten zijn tijdelijk, binnen de inrichting en herstelbaar (score 0). Transport van de reststoffen kan tot een ongeluk buiten de mijnbouwlocatie leiden. Deze risico's zijn tijdelijk van aard en herstelbaar (score -).
Alternatief 3: Indikken tot brijn en waterinjectie	Transport van 2 ton reststoffen per dag voor hergebruik, verwerking of permanente opslag. Circa de helft van de reststoffen wordt hergebruikt.	Het risico van lekkage uit de opslag op korte termijn wordt als nihil beschouwd. De effecten zijn tijdelijk, binnen de mijnbouwlocatie en herstelbaar (score 0). Transport van de reststoffen is dermate weinig, dat risico's nihil worden geacht (score 0).
Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe	Bij dit alternatief is geen sprake van waterzuivering.	Geen reststoffen. Effecten zijn nihil, (score 0).
5: Referentiesituatie	Er is geen sprake van waterzuivering.	Geen reststoffen. Effecten zijn nihil, (score 0).

### 12.3.10 Totaal overzicht risico's korte termijn

Tabel 12.11 vat de score op korte termijn risico's per alternatief en per stap in het verwerkingsproces samen. Dit leidt tot een totaal score per alternatief, gebaseerd op de maximale score die optreedt binnen dat alternatief.

Tabel 12.11: Samenvatting risico's korte termijn per alternatief.

Risico korte termijn	Alternatief 1: Vast zout en schoon water lozen	Alternatief 2: Zout water naar de zee	Alternatief 3: Indikken brijn en waterinjectie	Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe	5: Referentiesituatie
Waterzuivering	-	-	-	0	0
Watertransport	0	-	-	-	-
Waterlozing	-	--	-	N.v.t.	N.v.t.
Waterinjectie	N.v.t.	N.v.t.	-	-	-
Restproducten	--	-	0	0	0
Totaal Risico korte termijn	--	--	-	-	-

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat bij de volledige zuivering tot vast zout het korte termijn risico dubbel min is, evenals het risico bij de lozing van zoutwater op de Eems.. Voor alle andere alternatieven is er een beperkt korte termijn risico. Wat betreft de risico's op korte termijn worden op basis van deze score geen alternatieven uitgesloten.

## 12.4 Toetsing risico's lange termijn

De risico's op lange termijn hebben betrekking op de periode nadat de activiteiten zijn afgerond. Het is onwenselijk als volgende generaties rekening moeten houden met beperkingen veroorzaakt door de uitvoering van de voorgestelde alternatieven.

In hoofdstuk 12.2.2 is een opsomming gegeven van mogelijke risico's voor zowel de korte als de lange termijn. Daaruit blijkt dat er geen lange termijn risico's, na afronding van de operationele fase en het afbreken van installaties, zijn bij de waterzuivering, het transport en de afvoer naar het oppervlaktewater of op zee.

Mogelijke lange termijn risico's hebben betrekking op de lange termijn situatie, lang nadat de oliewinning is gestopt en alle faciliteiten zijn verwijderd. Indien alternatief 1 wordt toegepast is het de verwachting dat ook op de lange termijn de opslag van zoutproducten aan maaiveld aanwezig is. Onderstaand worden de lange termijn risico's hiervan weergegeven. Bij de waterinjectie alternatieven zal op de lange termijn water in de diepe ondergrond aanwezig zijn, met mogelijke risico's. Bij afvoer van zoutwater naar de zee is er op lange termijn door de snelle vermenging tijdens de operationele fase, geen herkenbaar effect of risico te verwachten.

De risico's worden ingedeeld aan de hand van de onderstaande risicoclassificatie.

### 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 12.12: Overzicht classificatie risico lange termijn

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

#### 12.4.1 Waterinjectie: opslag water in de ondergrond

In alternatief 3 en 4 en bij de Referentiesituatie wordt het productiewater opgeslagen in leeggeproduceerde gasreservoirs. Hier dient het water voor de (zeer) lange termijn te blijven en niet uit de diepe ondergrond naar de biosfeer te kunnen lekken. Dit soort risico's zijn moeilijk meetbaar, vanwege de lange tijdschaal. De kans op de gebeurtenis kan niet direct gemeten worden en wordt daarom ingeschat aan de hand van kwalitatieve kennis, modellen en extrapolaties van meetdata. Bij de risico-inventarisatie is het van belang onderscheid te maken tussen het gedrag van vloeistoffen en gassen. Na waterinjectie zal het water onderin het reservoir terecht komen, terwijl het nog resterende aardgas zich bovenin het reservoir zal ophopen. De volgende lange termijn gebeurtenissen zijn in theorie mogelijk:

- Lekkage uit de diepe ondergrond door of langs de afgesloten putten;
- Lekkage uit het reservoir via breuken in de afsluitende deklaag;
- Aantasting bovenliggende steenzoutlaag door zoutoplossing.

##### Achtergrond informatie

De ondergrondse gasreservoirs, die bestaan uit een poreus gesteentepakket met daarbovenop afsluitende lagen, zijn geologisch gezien stabiel. Gedurende miljoenen jaren heeft het gas zich onder de afsluitende laag verzameld en is zo miljoenen jaren in een natuurlijk evenwicht onder hoge druk bewaard gebleven. De aanwezigheid van het aardgas is bewijs dat stoffen niet uit het reservoir konden ontsnappen.

Als gevolg van de gaswinning is in het reservoir de druk verlaagd ten opzichte van de oorspronkelijke evenwichtsdruk. Dit kan leiden tot bodemdaling en zelfs aardbevingen. Door het opnieuw vullen van het reservoir met productiewater wordt de drukdaling door de gasproductie in zekere mate gecompenseerd. In Nederland geldt de regel dat de gemiddelde reservoirdruk door waterinjectie niet hoger mag worden dan de oorspronkelijke reservoirdruk. Zo wordt voorkomen dat er ondergrondse spanningen ontstaan die voor de gaswinning niet aanwezig waren. Lokaal mag de druk bij de injectieput wel tijdelijk hoger zijn, maar ook niet zodanig hoog worden dat afsluitende lagen kunnen worden beschadigd. Middels een waterinjectie managementplan worden deze processen beheerst.

Drukverandering als gevolg van de waterinjectie kan bodemtrillingen veroorzaken. Dit is voornamelijk een korte termijn risico, en wordt daarom beschreven bij paragraaf 12.3.4 Waterinjectie. In theorie kunnen langzame chemische processen in de diepe ondergrond ook de drukbalans in de diepe ondergrond verstoren. Calciet afzettingen in een natuurlijkbreukvlak zouden bijvoorbeeld kunnen oplossen, waardoor de wrijvingsweerstand in de breuk afneemt en deze kan verschuiven. Zo kunnen ook nog na de waterinjectie bodemtrillingen ontstaan. Dit wordt echter als een zeer beperkt risico beschouwd en is daarom alleen bij de korte termijn risico's beschreven (zie paragraaf 12.3.4 Waterinjectie).

#### 12.4.2 Lekkage via afgesloten putten (score –)

De put doorboort de afsluitende laag, zodat de productie van olie of gas mogelijk werd. De doorvoering van de put door de afsluitende laag vormt over het algemeen het zwakste punt in het opslagreservoir.

##### Risico:

Na de waterinjectie wordt de put afgesloten. Door corrosie over honderden of duizenden jaren kan de stalen put of de cementpluggen degraderen waardoor potentiële lekkagepaden ontstaan. Omdat de gasput al bestond en niet specifiek voor de waterinjectie is geboord bestaat dit risico onafhankelijk van het gebruik als waterinjectieput. Een verschil is wel dat na de waterinjectie het reservoir op een hogere druk wordt afgesloten dan na alleen de gaswinning. Vanwege deze hogere druk moet de afgesloten put beter bestand zijn tegen eventuele lekkage van gassen. De cementering langs de buitenzijde van de put en de cementpluggen vormen normaal een ondoordringbare barrière. Lekkage kan echter ontstaan als gevolg van corrosie of slechte plaatsing van het cement. Stoffen kunnen via deze lekkagepaden naar andere formaties in de ondergrond stromen die normaal van elkaar gescheiden zijn. De doorvoering van de put fungeert dan als pad waarlangs verticale migratie van stoffen in de diepe ondergrond mogelijk wordt. Omdat gassen lichter zijn dan water, kunnen gassen zoals methaan die nog in het 'lege' gasreservoir aanwezig zijn omhoog borrelen via lekkagepaden langs de put. Zo kunnen gassen ondiepe bodemlagen bereiken en uiteindelijk zelfs in de atmosfeer terecht komen.

In watervoerende pakketten met drinkwater in Nederland komt een kleine hoeveelheid gassen voor, zoals methaan. Deze gassen zijn onder meer via een natuurlijke proces in het water gekomen. Dit is niet schadelijk voor de omgeving. Echter is methaan wel een sterk broeikasgas, dat bijdraagt aan de klimaatverandering. Methaanlekkage uit de afgesloten put is daarom ongewenst.

Het geïnjecteerde water kan niet vanzelf omhoog stromen. Water bevindt zich tussen de poriën van het gesteente en zal alleen stromen naar een gebied met een lagere druk. Omdat het reservoir onder zijn oorspronkelijke druk wordt afgesloten, heerst er een lichte onderdruk ten opzichte van zijn omgeving. Indien de afsluitende laag boven het reservoir om een bepaalde reden toch niet meer geheel afsluit, dan zal in theorie juist water uit bovenliggende lagen het reservoir instromen. Het geïnjecteerde productiewater zal dus niet omhoog naar de drinkwater aquifers kunnen stromen.

In leeggeproduceerde gasvelden zijn vaak meerdere putten aanwezig. Dus niet alleen de injectieput zelf, maar ook de overige putten vormen een potentieel lekkagepad waarlangs (gas)lekkage kan ontstaan. Het is dus van belang dat deze andere putten ook goed afgesloten zijn.

In de diepe ondergrond zijn echter verschillende ondoordringbare lagen aanwezig die de opwaartse gasstroom tegengehouden (zoals zout of kleisteen lagen). Daarom is het risico op lekkage van gassen na correcte abandonnering klein. Maar of geabandonneerde putten na honderden of zelfs vele duizenden jaren geen lekkage vertonen is niet uit te sluiten.

### Selectie van de putten:

Gezien de bovenstaande risicobeschrijving, dienen geselecteerde putten te voldoen aan een goede putintegriteit, waarbij de putwand voldoende dikte heeft en de cementering in orde is. Bij Alternatief 3 en 4 en de Referentiesituatie wordt gebruik gemaakt van de huidige putten in de Twentevelden. In hoofdstuk 4 is aangegeven, dat deze onderzocht zijn en goed functioneren. Voor de Drenthevelden, Schoonebeek Gas en Coevorden, is een uitgebreide putselectie uitgevoerd. Daarbij zijn die putten geselecteerd waarbij de cementering gecontroleerd is en in goede staat verkeert. De kwaliteit van de putwanden is eveneens getoetst en alleen putten met goede kwaliteit zijn voor de alternatieven geselecteerd.

### Preventieve maatregelen en monitoring:

Door op de juiste wijze en volgens de beste standaarden een put af te sluiten wordt het risico op lekkage van gassen sterk beperkt. In Nederland ziet SodM erop toe dat de put correct afgesloten wordt. Dit geldt ook voor andere eventueel aanwezige gasputten in het reservoir die niet voor waterinjectie zijn gebruikt. De put wordt definitief afgesloten met meerdere cementpluggen van 100+ meter en daartussen zit niet-corrosieve vloeistof. Boven kwetsbare secties wordt de put ook nog lateraal uitgeboord zodat een holle ruimte ontstaat. Deze gehele ruimte wordt vervolgens gevuld met cement zodat er geen verticale migratie tussen formaties onder en boven de put mogelijk is (een zogenaamde pancake plug als preventieve maatregel). Daarnaast wordt de put circa 3 meter onder het maaiveld afgeknipt en dichtgelast. De bovengrondse locatie wordt verwijderd en teruggebracht naar de oorspronkelijke staat.

### Acties in geval van lekkage van gassen:

Zodra een dergelijke lekkage wordt geconstateerd, kan de put hersteld worden om de gasstroom te stoppen. Of op de zeer lange termijn (ruim 100 jaar) herstelwerkzaamheden aan de put nog mogelijk zijn is echter onzeker. Ook is dan misschien niet meer bekend wat de oorzaak van de lekkage is, omdat de kennis over de gasput verloren kan zijn gegaan. Het reservoir wordt als gevolg van de injectie op hogere druk afgesloten dan na beëindiging van de gaswinning. Hierdoor neemt als gevolg van de waterinjectie het risico op lekkage van gassen mogelijk toe. Omdat de lekkage van gassen zoals methaan bijdraagt aan het broeikas effect, krijgt dit risico een enkel negatieve beoordeling (score -).

### 12.4.3 Lekkage uit reservoir (score 0)

Het injectiewater wordt opgeslagen in een leeg geproduceerd gasreservoir, afgesloten door een ondoordringbare laag. De uiteindelijke waterdruk is lager dan de poriëndruk in het omliggende gesteente. Er is dus een naar binnen gekeerde drukcomponent. Hierdoor is de kans zeer gering dat het water uit het reservoir stroomt.

- Lekkage reservoir. Injectiewater en van nature voorkomend formatiewater kunnen uit het opslagreservoir stromen indien het reservoir te ver gevuld wordt of door aantasting van de afsluitende gesteentelaag of -lagen boven het reservoir. Dit wordt aan de hand van modelering en monitoring nauwkeuring gecontroleerd. Omdat op deze diepte echter geen drukgradiënt aanwezig is die het water omhoog stuwt, blijft water dat toch uit het reservoir zou kunnen komen in de diepe ondergrond

aanwezig. Daarnaast vinden de processen in de ondergrond op een lange tijdschaal plaats, waardoor dit risico op de korte termijn niet relevant is. Daarom is dit risico verder beschreven bij de lange termijn risico's.

**Risico's:**

Als er breuken vanuit het reservoir door de afsluitende laag heen lopen kunnen deze (gaan) fungeren als een migratiepad. Omdat de olie of het aardgas niet heeft kunnen ontsnappen is het in eerste instantie zeker dat de breuken niet doorlatend zijn en er geen gassen of vloeistoffen doorheen kunnen stromen. Vanwege de gaswinning en daarna de waterinjectie treden er echter spanningsveranderingen op in het reservoir. Hierdoor kunnen breuken verschuiven of niet meer geheel afsluiten. Breuken kunnen ook gevuld zijn met bijvoorbeeld steenzout of kalksteen. Indien dit oplost kan ook een lekkagepad ontstaan. Hierdoor kan het water uit het reservoir in contact komen met het vergelijkbare zoute water uit de bovenliggende lagen. Vanwege de naar binnen gekeerde drukgradiënt zal water juist het reservoir in stromen.

Mocht het geïnjecteerde water toch buiten het reservoir kunnen komen, dan bevindt het zich nog steeds op grote diepte, samen met ander zout formatiewater. Het water wordt dan onderdeel van dat lokale diepe watersysteem. Op deze diepten bevat het watersysteem zout water en er is weinig tot geen sprake van watertransport. Gezien de omgevingsdruk zal het productiewater zich gedragen zoals het overige aanwezige water, met vergelijkbare samenstelling. Dit water zal het zoete grondwater niet bereiken, anders zou dit ook gelden voor het overige zoute water. Wegens de afwezigheid van zout water aan het oppervlak is dit niet het geval.

Chemische veranderingen kunnen het reservoir in theorie aantasten. Omdat het injectiewater uit vergelijkbare formaties in de diepe ondergrond komt is het van vergelijkbare chemische samenstelling. Reservoir-eigen (compatibele) stoffen in het injectiewater zullen normaal gesproken geen problemen veroorzaken met betrekking tot de integriteit van het reservoir. Wel zal altijd preventief geverifieerd moeten worden of er bijvoorbeeld geen geochemische reacties zoals zwelling van kleien of afzetting van zouten plaats kan vinden, waardoor de productiewaterinjectie kan worden belemmerd. Zoutoplossing wordt als aparte categorie besproken.

De stoffen die nodig zijn om bijvoorbeeld bacteriëngroei te remmen of corrosie te beperken, beïnvloeden de integriteit van het reservoir niet. Desondanks wordt het gebruik van chemicaliën (niet bodem-eigen stoffen) bij de waterinjectie zoveel mogelijk beperkt. Deze chemicaliën blijven door de goede afsluitende lagen opgesloten in het reservoir.

Hoewel niet uit te sluiten, is de kans op lekkage van water uit het reservoir gering en indien het optreedt, zal het water mengen met vergelijkbaar water in de diepe ondergrond. Deze diepe watersystemen zijn stabiel en het is daarom zeer onwaarschijnlijk tot niet mogelijk dat het water vervolgens naar hoger gelegen bodemlagen in de biosfeer zal migreren op een maatschappelijk relevante tijdschaal.

**Preventieve maatregelen en monitoring:**

Er is een aantal aspecten van het reservoir waarmee rekening gehouden moet worden om te verzekeren dat het injectiewater permanent opgeslagen blijft in het reservoir. Dit zijn:

- Reservoirdruk;
- Opslagvolume;
- Aanwezigheid van breuken door de afsluitende laag heen;
- Zoutoplossing (apart in paragraaf 12.4.4).

Reservoirdruk: Vanwege het gewicht van de bovenliggende gesteentelaag is de druk in de diepe ondergrond hoog. De afsluitende laag heeft bewezen het aardgas miljoenen jaren vast te kunnen houden bij deze oorspronkelijke druk. Door de gaswinning is de druk in het 'lege' gasveld beduidend lager geworden. Zolang tijdens de waterinjectie de oorspronkelijke druk niet overschreden wordt, kan men aannemen dat het injectiewater of resterende gassen niet kunnen ontsnappen uit het reservoir.

Opslagvolume: Het reservoir wordt niet verder gevuld dan tot het niveau waar het aardgas zich heeft geaccumuleerd. Als de druk namelijk hoger oploopt kan het injectiewater in sommige gevallen langs de zijkant van het reservoir stromen.

Breuken: Doorlatende breuken kunnen fungeren als migratiepad door de afsluitende laag. Zoutlagen vormen de ideale afsluiting van reservoirs omdat deze zich plastisch gedragen. Eventueel ontstane breuken sluiten zich weer in de zoutlaag. Klei(steen)lagen vertonen deze zelfhelende eigenschappen minder. Indien een opslagreservoir alleen afgesloten wordt door een klei(steen) formatie is het daarom van belang dat hier geen doorlatende breuken doorheen lopen.

#### 12.4.4 Zoutoplossing (score -)

Een bijzondere situatie bestaat waar productiewater wordt opgeslagen in een reservoir waar de afschermdende lagen (bestaande uit anhydriet) rond het reservoir worden omringd door steenzout. Omdat het injectiewater niet verzadigd is met zout, kan het injectiewater de steenzoutlaag ten dele oplossen, als deze in direct contact met elkaar komen.

Er zijn extra studies gedaan naar de mogelijke oplosbaarheid van dit steenzout. Deze studies geven aan dat de kans op het oplossen van het steenzout nihil is, zolang de juiste reservoirs voor waterinjectie gekozen worden.

De aanwezigheid van ondoorlaatbare en onoplosbare anhydriet- en kleilagen vormt een natuurlijke barrière tussen het injectiewater en het steenzout, wat daardoor niet in oplossing kan gaan. Er worden daarom opslagreservoirs gekozen waar geen of zo min mogelijk steenzout in direct contact staat met het injectiewater. Indien dit toch gebeurt, raakt het injectiewater snel met zout verzadigd en stopt de oplossing alsnog. Er is namelijk een tweede voorwaarde voor zoutoplossing nodig: het injectiewater moet kunnen blijven stromen om steeds vervangen te worden door 'vers' injectiewater. Na beëindiging van de waterinjectie is er geen sprake meer van waterstroming.

In theorie zou op de lange termijn toch stroming kunnen ontstaan, omdat water dat het zout oplost zwaarder wordt dan het overige water. Hierdoor zakt het in het reservoir naar beneden en wordt het vervangen door vers water. Zo kan in theorie een convectie cel binnen het reservoir ontstaan, waardoor steeds onverzadigd water naar de zoutlaag getransporteerd wordt. Vanwege de reservoir eigenschappen kan water slechts zeer moeizaam horizontaal stromen. Op basis van modelleringen van NAM duurt het daarom minimaal 8000 jaar voordat een dergelijk mechanisme zich kan vormen (Halite dissolution modeling, 2014; Evaluatierapport waterinjectie Twente, 2015). Uit de modelstudies bleek daarom dat deze risico's nihil zijn bij de juiste reservoir keuze. Uit een tweede studie (Subsidence caused by Halite dissolution due to water injection into depleted Carbonate gas reservoirs encased in Halite) is gebleken dat in het geval dat op termijn het injectiewater door zoutoplossing toch volledig zoutverzadigd zou worden, dit tot een bepaalde mate van regionale bodemdaling zou kunnen leiden, wat naar verwachting geen schade of milieurisico's tot gevolg zal hebben. Omdat de lange termijn risico's van zoutoplossing echter blijvende onzekerheden behouden wordt een enkel negatieve score toegekend (score -).



### 12.4.5 Verwerking restproducten: opslag in stortplaatsen aan maaiveld

In alle alternatieven is sprake van waterzuivering. Uitzondering hierop zijn alternatief 4 en de referentiesituatie, waar dit alleen als variant onderzocht wordt. Bij waterzuivering ontstaan restproducten. De meeste restproducten kunnen verwerkt worden door afvalverwerkers, zoals dit ook gebeurt bij andere waterzuiveraars in Nederland. De restproducten worden dan verbrand of hergebruikt. Dit levert geen lange termijn risico's op (score 0).

Alleen bij Alternatief 1: Vaste zoutproducten, wordt zodanig grote hoeveelheden zout geproduceerd, dat dit niet naar gewone verwerkers afgevoerd kan worden. Mogelijk kan dit zout direct hergebruikt worden, maar de kans is groot dat het langdurig of permanent opgeslagen moet worden in een speciale stortplaats. De zoutopslag bereikt in 2045 een volume van circa 600.000 m<sup>3</sup>. Er zijn geen partijen gevonden die het zout af willen nemen. De opslag van dit zout in de biosfeer geeft daarom een langdurige belasting van de omgeving. Op de lange termijn bestaat het risico dat deze stortplaatsen degraderen en er reststoffen vanuit de stortplaatsen in de bodem kunnen infiltreren en zo tot milieuschade leiden. De kans dat dit gebeurt wordt op de (zeer) lange termijn als redelijk groot beschouwd. Alleen met expliciete voorzorgmaatregelen en een lange termijn beheerbeleid van de stortplaats is dit risico te verantwoorden. Daarom krijgt dit alternatief een dubbel negatieve score op de lange termijn risico's gerelateerd aan opslag van de restproducten (score - -).

### 12.4.6 Overzicht risico's lange termijn

De onderstaande tabel vat de score per alternatief en lange termijn risico samen. Dit leidt tot een totaal score per alternatief, gebaseerd op de maximale score die optreedt binnen dat alternatief.

Tabel 12.13: Samenvatting risico's lange termijn per alternatief.

Risico lange termijn	Alternatief 1: Vast zout en schoon water lozen	Alternatief 2: Zout water naar de zee	Alternatief 3: Indikken brijn en waterinjectie	Alternatief 4: Waterinjectie Twente en Drenthe	5: Referentiesituatie
Lekkage putten	N.v.t.	N.v.t.	-	-	-
Lekkage reservoir	N.v.t.	N.v.t.	0	0	0
Zoutoplossing	N.v.t.	N.v.t.	-	-	-
Restproducten	- -	0	0	0	0
Totaal risico lange termijn	- -	0	-	-	-

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat bij de volledige zuivering tot vast zout en lozing van schoon water het lange termijn risico dubbel negatief is (score - -), vanwege de grote opslag van de restproducten. De alternatieven met waterinjectie hebben een enkel negatieve beoordeling, vanwege de onzekerheden van opslag in de diepe ondergrond op lange termijn (score -). De lange termijn risico op lekkage van gassen uit de put en zoutoplossing kunnen negatieve effecten hebben. De kans dat deze risico's zich voordoen op een maatschappelijk relevante tijdschaal is echter klein, vanwege de genomen voorzorgsmaatregelen. Daarmee krijgen deze risico's een enkel negatieve beoordeling (score -). De lange termijn risico's op lekkage uit het reservoir worden als nihil beschouwd, vanwege de strenge selectie van de opslagreservoirs en voorzorgsmaatregelen bij injectie. Daarom krijgt dit risico een neutrale beoordeling (score 0).

Het lozen van schoon zout water in zee leidt niet tot lange termijn risico's (score 0). Wat betreft de lange termijn risico's worden op basis van deze score geen alternatieven uitgesloten.

## 12.5 Toelichting kosten

Onderstaand is een indicatie van de kosten per alternatief weergegeven. Bij meer gedetailleerde uitwerking zal een begroting met grotere betrouwbaarheid mogelijk zijn. In de huidige situatie is uitgegaan van robuuste oplossingen, waarbij mogelijke kostenbesparingen bij optimalisatie zijn gemeld. Het huidige kostenniveau is als maatgevend gebruikt, hoewel gezien de langere doorlooptijd van nog circa 28 jaar hier in de toekomst afwijking van zal optreden.

Doel van het kostenoverzicht is een indruk te krijgen van de absolute kosten die bij de verschillende keuzes horen. Daarnaast maakt het kostenoverzicht de verschillen tussen verschillende alternatieven en varianten duidelijk. Daarmee kan worden gekomen tot een afweging van kosten ten opzichte van risico of milieueffect.

### 12.5.1 Methodiek om kosten te bepalen

Voor het vaststellen van de kosten voor de verschillende waterzuiveringsopties heeft Royal HaskoningDHV gebruik gemaakt van beschikbare kostenmodellen. Dit heeft betrekking op zowel de investeringskosten als de operationele kosten. Royal HaskoningDHV heeft hiervoor gebruik gemaakt van beschikbare kostenmodellen uit de Nederlandse waterindustrie, gebaseerd op eerder uitgevoerde projecten. Voor specifieke onderdelen zoals de MVR en kristallisatie unit zijn prijzen bij internationaal werkende leveranciers van dergelijke installaties opgevraagd. De investeringskosten en operationele kosten voor het watertransport en de waterinjectie zijn intern door NAM bepaald, op basis van eerdere door NAM uitgevoerde projecten.

Het zijn nog steeds relatief grove inschattingen, die in de praktijk nog aanzienlijk af kunnen wijken. Echter, het is de verwachting dat de orde grootte wel juist is en dat de onderlinge verschillen daadwerkelijk zullen optreden.

Voor de operationele kosten geldt dat de gehele periode van 2022 tot circa 2050 naar verwachting circa 28 jaar zal duren. Als indicatie van de kosten is nu rekening gehouden met een periode van 10 jaar. Dit is een benadering van de netto-contante-waarde methode, waarbij de huidige kosten en toekomstige kosten kunnen worden vergeleken.

Voor de alternatieven bestaan de aanlegkosten uit het ontwikkelen en realiseren van een waterzuivering, het selecteren van een leidingtracé en het aanleggen van watertransportleidingen, het realiseren van lozingspunten en daar waar waterinjectie wordt voortgezet in andere velden, het aanpassen van de benodigde locaties en putten.

#### **Baten**

Naast kosten zijn er voor de oliewinning Schoonebeek baten in de vorm van de oliewinning. Deze worden voor alle alternatieven en varianten gelijk gesteld, er van uitgaande dat hetzelfde volume olie winbaar is. Doordat deze baten niet onderscheidend zijn, heeft dit geen invloed op de afweging tussen alternatieven en varianten, behalve de constatering dat in de Referentiesituatie het totale volume niet kan worden geproduceerd en de baten in dat geval aanzienlijk lager zullen zijn.

De verschillende alternatieven en varianten kunnen ook baten opleveren, vooral als er herbruikbare reststoffen ontstaan. Dit geldt specifiek voor de variant van alternatief 1, waarbij schoon zout en kalk wordt geproduceerd. De baten zijn in de berekening meegenomen, waardoor de netto kosten lager uitkomen. Er is nog geen rekening gehouden met mogelijk hergebruik in de toekomst van nu aangelegde faciliteiten, zoals een waterzuivering of transportleiding. Het is nog onvoldoende duidelijk of dergelijke baten in de toekomst haalbaar zijn.

### 12.5.2 Aanpassingen Schoonebeek

De hoeveelheid meegeproduceerd H<sub>2</sub>S zorgt er voor dat aanpassingen bij het puttenveld van Schoonebeek noodzakelijk zijn. Het is daarbij de vraag in hoeverre de huidige leidingen van het Schoonebeekveld tussen de winputten en de OBI bestand zijn tegen de hogere H<sub>2</sub>S-gehaltenes in het oliewatermengsel. Hiervoor zijn modelberekeningen uitgevoerd en wordt het bestaande materiaal getoetst. Daaruit kan blijken dat het mogelijk is de productie voort te zetten, zonder maatregelen om de leidingen te beschermen.

In de huidige situatie wordt H<sub>2</sub>S in het oliewatermengsel geneutraliseerd door het toevoegen van H<sub>2</sub>S-binder. Het oliewatermengsel bevat in plaats van H<sub>2</sub>S dan veel H<sub>2</sub>S-binder. Er is geen effectieve waterzuivering bekend om de H<sub>2</sub>S-binder weer te verwijderen, zodat het als hulpmiddel in het productiewater aanwezig blijft. Toepassing van de H<sub>2</sub>S-binder voorkomt de kosten om leidingen te vervangen, maar leidt tot operationele kosten, geraamd op € 1,4 miljoen per jaar.

Indien echter met een grotere risicofactor gerekend wordt, zouden aanpassingen aan de leiding nodig zijn. De afweging of de leidingen in het Schoonebeekveld aangepast moeten worden, is nog niet afgerond. Dit heeft echter aanzienlijke gevolgen voor de benodigde investeringen. Het geheel vervangen van de leidingen in het Schoonebeekveld door leidingen die resistent zijn voor hogere H<sub>2</sub>S-gehaltenes, zal naar verwachting circa € 110 miljoen kosten. Het vervangen van roestvrijstalen-leidingen leidt tot kosten in de aanlegfase. Deze kosten worden apart getoond naast de feitelijke kosten voor afvoer van productiewater.

### 12.5.3 Aanlegkosten

De aanlegkosten bestaan voornamelijk, afhankelijk per alternatief en variant, uit de kosten voor een waterzuivering, aanleg nieuwe transportleiding en aanpassing bij de injectielocaties.

#### Bouw van een waterzuivering

De kosten voor de aanleg van een waterzuivering verschillen per alternatief. De waterzuivering bestaat veelal uit meerdere stappen, die sterk verschillend kunnen zijn in kosten. De kosten bedragen:

- Alternatief 1, waarin een MVR en een kristallisatie eenheid wordt gebruikt, aanlegkosten circa € 145 miljoen
- Alternatief 2, met een biologische zuivering, aanlegkosten circa € 65 miljoen
- Alternatief 3, met een MVR maar zonder kristallisatie, aanlegkosten circa € 105 miljoen
- Alternatief 4, variant 4.4, ontgassing en H<sub>2</sub>S verwijdering circa € 25 miljoen (dit is alleen van toepassing voor variant 4.4, maar niet voor de andere varianten binnen dit alternatief).

#### Aanleg transportleidingen

Het aanleggen van transportleidingen heeft betrekking op de afvoer van water,

- naar injectielocaties waarvoor een GRE-leiding wordt gebruikt,
- naar oppervlaktewater om zoet water af te voeren of
- naar het noorden voor aansluiting op de VKA-leiding.

De kosten van de aanleg van nieuwe transportleidingen zijn onder meer afhankelijk van de lengte van het tracé en het aantal kruisingen met wegen en vaarten. Voor de aansluiting op de VKA-leiding zijn de kosten indicatief geraamd op € 65 miljoen.

### **Aanpassing waterinjectielocaties**

Voor de ombouw van een gaswinlocatie en gaswinputten naar een injectielocatie met injectieputten bedragen de kosten circa € 1,5 miljoen per injectieput inclusief aansluiting op een bestaand pijplijn netwerk

### **12.5.4 Operationele kosten**

Tijdens de uitvoering van het project zijn er operationele kosten (OPEX). Deze bestaan bij de waterzuivering voor een belangrijk deel uit energiekosten en kosten voor chemicaliën. Bij het watertransport zijn er naar verwachting weinig kosten, behalve mogelijk voor het gebruik van de VKA leiding. Bij waterinjectie kunnen energiekosten voor komen, in verband met de benodigde injectiedruk. De afvoer van reststoffen geeft kosten, tenzij deze nuttig hergebruikt kunnen worden. Daarnaast zijn er kosten voor onderhoud en beheer bij alle onderdelen.

### **Kosten referentiesituatie**

Voor alle alternatieven worden investeringskosten voorzien. Ook in de referentiesituatie zal een investering nodig zijn, om ervoor te zorgen dat het transport van het productiewater geen beperkende factor wordt. Er zijn aanlegkosten voor het installeren van een nieuwe grotere transportleiding.

### **12.5.5 Kosten per alternatief**

Onderstaand worden de kosten per alternatief nader toegelicht.

#### **Kosten alternatief 1**

- De totale aanlegkosten komen uit op € 255 miljoen
- De operationele kosten bestaan uit kosten voor de waterzuivering, energie en chemicaliën, afvoer van het zoute restproduct geraamd op € 38 miljoen/jaar en voor een maatgevende periode van 10 jaar zijn de kosten € 380 miljoen.
- De kosten voor alternatief 1 komen daarmee op € 635 miljoen.

De verkoop van puur product levert ten opzichte van de stort van gemengd zout jaarlijks circa € 6 miljoen op. In 10 jaar tijd zijn daarmee de operationele kosten circa € 60 miljoen lager dan bovengenoemd. Voor de aanleg en gebruik van de onthardingsstap worden de kosten op circa € 25 miljoen geraamd, zodat deze optie netto circa € 35 miljoen beter scoort, in plaats van € 635 miljoen dus € 600 miljoen. Indien het product niet kan worden verkocht is deze optie mogelijk duurder en komt in het slechtste geval uit op circa € 660 miljoen.

#### **Kosten alternatief 2**

- De totale aanlegkosten komen uit op circa € 240 miljoen
- De operationele kosten bestaan uit kosten voor de waterzuivering, energie en chemicaliën en afvoer wordt geraamd op € 5 miljoen per jaar, en voor een maatgevende periode van 10 jaar zijn de kosten € 50 miljoen
- De kosten voor alternatief 2 komen daarmee op € 290 miljoen.

#### **Kosten alternatief 3**

- De totale aanlegkosten komen uit op circa € 130 miljoen
- De jaarlijkse productiekosten komen daarmee op € 20,5 en voor een maatgevende periode van 10 jaar zijn de kosten € 205 miljoen
- De kosten voor alternatief 3 komen daarmee op € 335 miljoen.

#### Kosten alternatief 4

Bij dit alternatief zijn er verschillende varianten, waarbij de volgende kostencomponenten een rol spelen. Variant 4.1 is als volgt:

- De totale aanlegkosten komen uit op € 50 miljoen.
- De jaarlijkse productiekosten komen daarmee op € 2,5 miljoen, en voor een maatgevende periode van 10 jaar zijn de kosten € 25 miljoen
- De kosten voor alternatief 4, variant 4.1 komen daarmee op € 75 miljoen.

In variant 4.2 wordt vermeden om biocide te gebruiken:

- Hierdoor zullen pipleidingen vervangen moeten worden, die onderhevig aan corrosie door bacteriën zijn. De additionele kosten zijn € 20 miljoen.
- De kosten voor variant 4.2 komen daarmee op € 95 miljoen.

In variant 4.3 wordt het gebruik van biocide en H<sub>2</sub>S-binder vermeden:

- Hierdoor zullen de leidingen van Schoonebeek vervangen moeten worden. De kosten hiervan bedragen € 110 miljoen in plaats van € 20 miljoen bij variant 4.1. Dit levert daarbij tevens een reductie op van operationele kosten van € 15 miljoen voor 10 jaar.
- De kosten voor variant 4.2 komen daarmee op € 170 miljoen.

In variant 4.4 wordt additioneel ten opzichte van variant 4.3 ook natuurlijk voorkomende stoffen verwijderd:

- Hiervoor is een additionele zuiveringsinstallatie nodig van € 25 miljoen.
- De operationele kosten bestaan uit kosten voor de waterzuivering, energie en chemicaliën, geraamd op € 50 miljoen, bovenop de operationele kosten bij variant 4.3.
- De kosten voor variant 4.4 komen daarmee op € 245 miljoen.

#### Kosten referentiesituatie

- De totale aanlegkosten van transportleidingen komen uit op € 115 miljoen
- De jaarlijkse productiekosten komen daarmee op € 3 miljoen/jaar, en voor een maatgevende periode van 10 jaar zijn de kosten € 30 miljoen
- De kosten voor alternatief 1 komen daarmee op € 145 miljoen.

### 12.5.6 Overzicht berekende kosten

Tabel met kosten per alternatief en variant uitgedrukt in miljoen euro. In de tabel zijn de mogelijke kosten voor aanpassingen in het Schoonebeek veld aangegeven. Deze kunnen variëren, afhankelijk van de inschatting van materiaaleigenschappen. Daarnaast zijn de aanlegkosten en operationele kosten weergegeven.

Tabel 12.14. Overzicht geraamde kosten van de alternatieven, uitgedrukt in miljoen €.

Kosten	A1: Zout	A2: Zoutwater	A3: Brijn	A4: Injectie	5: Referentie
Schoonebeek H <sub>2</sub> S-mitigatie	110	110	20	20	20
Aanlegfase	145	130	110	30	95
Operationele fase	380	50	205	25	30
Indicatie totaalkosten	635	290	335	75	145

Uit de vergelijking blijkt dat Alternatief 4 de laagste aanlegkosten heeft. Bij de overige alternatieven bedragen de aanlegkosten tussen € 95 miljoen en € 145 miljoen.

De operationele kosten van Alternatief 1 en 3 zijn aanzienlijk hoger dan bij de overige alternatieven en de referentiesituatie.

Tabel 12.15. Overzicht geraamde kosten van de varianten bij waterinjectie, uitgedrukt in miljoen €.

Kosten varianten Waterinjectie	A4.1:	A4.2:	A4.3:	A4.4:
Schoonebeek H <sub>2</sub> S-mitigatie	20	20	110	110
Aanlegfase	30	50	50	75
Operationele fase	25	25	10	60
Indicatie totaalkosten	75	95	170	245

Inclusief de mogelijke kosten voor aanpassing van de leidingen bij Schoonebeek, komen de kosten voor Alternatief 1 het hoogste uit. Alternatief 3 is bijna de helft van de kosten van Alternatief 1.

Voor alternatief 2 geldt dat de kosten hoog zijn, maar indien geen vervanging van leidingen bij Schoonebeek nodig zijn, komen de kosten dichterbij de referentiesituatie. Voor Alternatief 4 geldt dat dit tot lagere kosten kan leiden dan in de Referentiesituatie.

Bovenstaande tabel geeft aan dat de varianten 4.2, 4.3 en 4.4 bij waterinjectie duurder zijn dan het basis alternatief 4, maar minder kostbaar dan Alternatief 1, 2 en 3. De aanleg van een transportleiding naar Drenthe en beperkte zuivering van het productiewater geven de aanvullende kosten. Bij de varianten 4.3 en 4.4 bestaat de kans dat er hoge kosten bij komen voor de aanpassing van de leidingen van het Schoonebeekveld, omdat in deze varianten het gebruik van H<sub>2</sub>S-binder vermeden dient te worden.

## 13 Stap 3d: Vergelijking resultaten uit de toets

### Geen gewicht aan afzonderlijke componenten

De herafweging van de verwerking van het productiewater uit Schoonebeek is gebaseerd op de CE afwegingsmethodiek. Na constatering dat voldaan is aan de randvoorwaarden zijn vier alternatieven en de referentiesituatie getoetst op milieueffecten, korte termijn risico's, lange termijn risico's en kosten. Deze toetsing is vervolgens teruggebracht tot een score per component. Ieder van deze vier componenten is relevant voor de wenselijkheid en mogelijkheid van de alternatieven. Er is geen gewicht aan deze componenten gegeven om tot een enkele eindscore te komen, omdat juist de verschillen tussen de afzonderlijke componenten van belang zijn. Op basis van de scores op de individuele componenten kunnen belanghebbenden hun eigen afweging maken welk alternatief het beste uitgevoerd of nader onderzocht dient te worden.

### 13.1 Overzicht belangrijkste verschillen

#### Milieueffecten bij waterzuivering meest opvallend

Bij een volledige zuivering van het productiewater tot vaste stof (Alternatief 1) en bij het indikken van de waterstroom (Alternatief 3) ontstaat de grootste milieubelasting, door een hoog energie- en chemicaliënverbruik, en het ontstaan van veel reststof. Transport van schoon zout water naar een lozingspunt op zee (Alternatief 2) geeft een lagere milieubelasting. Voor waterinjectie geldt dat de milieubelasting relatief laag is (Alternatief 4 en de Referentiesituatie). Bij variant 4.2 en variant 4.3 worden biocide en H<sub>2</sub>S-binder vermeden en dit geeft de laagste milieubelasting.

#### Geen onacceptabele korte termijn risico's, mits aan randvoorwaarden wordt voldaan

Het onderzoek geeft aan dat er geen onacceptabele risico's ontstaan bij de onderzochte alternatieven en varianten. De belangrijkste korte termijn risico's bestaan uit het veelvuldig vrachttransport naar een stortlocatie (Alternatief 1) en mogelijk ongewenste stoffen in het water bij de Eems (Alternatief 2). Operationele risico's bij waterinjectie hebben vooral betrekking op de mogelijkheid van een lekkage bij een put of een aardbeving. Door een selectie van de injectieputten en de toegepaste monitoring is dit risico beperkt. Mocht zich toch een lekkage of bodemtrilling voordoen, dan zal dit geregistreerd worden door het monitoringsnetwerk en worden maatregelen genomen zoals bijvoorbeeld weergegeven in het aardbevingsprotocol. Tot dusverre hebben deze situaties zich niet voorgedaan bij de waterinjectie in Twente. Mogelijke injectiereservoirs in Drenthe zijn geselecteerd op basis van geen of geringe historische seismiteit.

#### Lange termijn risico's, vooral het beheer van een stortplaats met zout

Lange termijn risico's zijn risico's voor mens en milieu die nog generaties na de beëindiging van de olieproductie in Schoonebeek blijven bestaan. Het belangrijkste lange termijn risico ontstaat bij Alternatief 1, in het geval het zoutproduct in een stortplaats wordt opgeslagen. De kans dat dit zout uiteindelijk in het milieu terecht komt, is aanwezig en de negatieve effecten hiervan zijn groot. Ondergronds zijn er risico's van lekkage van resterende gassen of zoutoplossing. Het geïnjecteerde water zal in de diepe ondergrond blijven. Bij lozing van het water in zee treden geen risico's meer op na beëindiging van de waterlozing.

#### Kosten treden in alle gevallen op, maar waterzuivering blijkt meest kostbaar

Ten aanzien van de kosten is het opvallend dat ook bij de Referentiesituatie aanzienlijke kosten worden voorzien van circa € 145 miljoen. Alternatief 4.1 en de variant 4.2, waar geen gebruik wordt gemaakt van biocide, leiden tot lagere kosten. De drie alternatieven met waterzuivering leiden tot veel hogere kosten, variërend van circa € 290 miljoen tot circa € 635 miljoen.

## 13.2 Overzichtstabel met bevindingen

In de voorgaande hoofdstukken zijn de alternatieven onderling vergeleken, waarbij de CE afwegingsmethodiek kwalitatief is toegepast. Dit heeft geleid tot inzichten met betrekking tot effecten op het milieu, risico's en kosten. Alle resultaten zijn in de onderstaande tabel samengebracht. Hieruit kan zowel een positieve en een negatieve conclusie getrokken worden:

- Er zijn geen alternatieven op voorhand afgevalen, vanwege een score van drie minnen. Dat betekent dat in deze fase van het onderzoek alle alternatieven in de bestuurlijke afweging kunnen worden meegenomen.
- Geen van de alternatieven scoort op alle onderdelen optimaal, zodat bij iedere keuze uiteindelijk rekening gehouden moet worden met een groter of kleiner negatief effect.

Er zijn wel duidelijke verschillen tussen de alternatieven en varianten, waarbij deze soms beter scoren, maar soms ook juist slechter. Het volledig zuiveren van alle stoffen uit het water lijkt op de volle breedte slechter te scoren dan de andere alternatieven. Het zuiveren tot schoon zout water en vervolgens afvoeren naar zee lijkt juist op de breedte redelijk te scoren. De alternatieven met waterinjectie scoren beter als er minder zuivering nodig is. Het risico van deze injectie alternatieven op zowel korte als lange termijn blijkt beperkt. De referentiesituatie scoort redelijk goed maar voldoet niet aan de vereiste opslagcapaciteit.

Tabel 13.1. 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: Vast zoutproduct	--	--	--	<b>635</b>
Alternatief 2: Zoutwater naar zee	<b>0/-</b>	--	<b>0</b>	<b>290</b>
Alternatief 3: Injectie brijn	--	-	-	<b>335</b>
Alternatief 4: Waterinjectie in Twente en Drenthe met varianten				
Alternatief 4.1: waterinjectie	-	-	-	<b>75</b>
Variant 4.2: geen biocide	<b>0/-</b>	-	-	<b>95</b>
Variant 4.3: ook geen H2S-binder	<b>0/-</b>	-	-	<b>170</b>
Variant 4.4: ook zuivering	-	-	-	<b>245</b>
Referentie Twente	<b>0/-</b>	-	-	<b>145</b>

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.



### 13.3 Uitleg scores uit overzichtstabel per alternatief

#### 13.3.1 Alternatief 1: vast zoutproduct

##### **Milieu score - - / optimalisatie - -**

De dubbel negatieve score op milieu wordt veroorzaakt door de grote hoeveelheid energie die nodig is voor de waterzuivering (zowel de MVR als de kristallisatie). Er ontstaan veel reststoffen die voornamelijk niet hergebruikt kunnen worden. De lozing van reststoffen wordt als onwenselijk gezien, zeker gezien de hoeveelheid van 200 ton gemengd zout per dag. Bij het gebruik van chemicaliën ligt de nadruk op eenvoudige chemicaliën, met relatief weinig complexe chemicaliën.

Er zijn mogelijke optimalisaties, zowel ten aanzien van energieverbruik als door het toevoegen van een ontharding waardoor toepassingen voor hergebruik van het zoutproduct toenemen. Voornamelijk zijn er echter geen afnemende partijen beschikbaar voor hergebruik.

##### **Risico korte termijn - -**

Het risico korte termijn, tijdens de uitvoering van de oliewinning, wordt vooral bepaald door de afvoer van het geproduceerde zout naar een stortplaats. Voor 200 ton per dag wordt uitgegaan van circa 20 vrachtwagens die dagelijks gedurende vele jaren rijden. Dit geeft een dubbel negatieve score vanwege het risico op een ongeluk, met gevolgen voor mens (veiligheidsrisico) en milieu.

##### **Risico lange termijn - -**

Het lange termijn risico bestaat eruit dat voor vele generaties een stortplaats met onbruikbaar zout aanwezig is, dat uiteindelijk het risico heeft dat het zout naar de omgeving gaat lekken. Het zout kan dan oplossen en in de bodem en het zoete grondwater komen. Dit geeft een dubbel negatieve score.

##### **Kosten € 635 miljoen / optimalisatie € 525 miljoen**

De kosten worden bepaald door de aanlegkosten van de waterzuivering van circa € 145 miljoen, kosten voor vervanging van leidingen bij Schoonebeek van € 110 miljoen. Bij de operationele kosten is het hoge energieverbruik mede bepalend voor de jaarlijkse kosten van € 38 miljoen. Uitgaand van een periode van 10 jaar zijn de operationele kosten € 380 miljoen, en in combinatie met de gezamenlijke aanlegkosten van € 255 miljoen, komen de totale kosten daarmee € 635 miljoen.

Bij een optimalisatie waar geen vervanging van leidingen in het Schoonebeekveld nodig is, kunnen de kosten worden terug gebracht tot € 525 miljoen.

#### 13.3.2 Alternatief 2: Zoutwater naar de zee

##### **Milieu score 0/-**

Er zijn relatief weinig effecten op milieu bij dit alternatief. Het energieverbruik is laag ten opzichte van de andere alternatieven en er zijn weinig chemicaliën nodig. Er ontstaan reststoffen bij de zuivering, maar in zeer beperkte mate. Het calciumcarbonaat dat uit het productiewater gewonnen wordt kan hergebruikt worden voor nuttige toepassingen in de papierindustrie of rookgasreiniging. Alleen de afvoer van het gezuiverde zoute water naar de Eems geeft een negatieve score (totaal nul-negatief).

##### **Risico korte termijn - -**

De risico's voor mens en milieu zijn op korte termijn dubbel negatief. De toegepaste biologische zuivering is gevoelig voor procesverstoringen, waardoor verontreinigingen tijdelijk de zuivering kunnen passeren en in het milieu kunnen komen. Het water wordt afgevoerd naar de Eems, waar in de directe omgeving kwetsbare en beschermde gebieden zijn, zoals de Waddenzee. Het risico van dat hier ongewenste stoffen in terecht komen geeft een dubbel negatieve score.

### Lange termijn risico's 0

Op lange termijn zijn er geen risico's. Na beëindiging van de oliewinning vinden geen activiteiten meer plaats en het afgevoerd zoute water is in de zee al lang vermengd.

### Kosten € 290 miljoen

De totale kosten bedragen circa € 290 miljoen. Dit bestaat voornamelijk uit aanlegkosten voor leidingen bij Schoonebeek, de watertransportleiding om aan te sluiten op de VKA leiding en de aanleg van de benodigde zuiveringsinstallatie, in totaal € 240 miljoen. De jaarlijkse kosten voor zuivering en transport worden geraamd op € 5 miljoen (€ 50 miljoen in de maatgevende periode van 10 jaar).

## 13.3.3 Alternatief 3: Injectie brijn

### Milieu score - -

Er is veel energie nodig voor de MVR waterzuivering. Het energieverbruik is lager dan bij alternatief 1, doordat er geen kristallisatie plaatsvindt. De hoeveelheid is echter dermate groot dat dit een dubbel negatieve score oplevert. Daarbij wordt er gebruik gemaakt van complexe chemicaliën ter bescherming van leidingen en putten. De hoeveelheid reststoffen is beperkt. Vanwege het hoge energie- en chemicaliënverbruik is de score dubbelnegatief op milieu.

### Risico korte termijn -

De risico's voor mens en milieu op korte termijn hebben vooral betrekking op een mogelijke lekkage van productiewater in de biosfeer en mogelijke aardbevingen. Beide zijn niet uit te sluiten, maar als ze optreden in omvang beperkt, zodat het effect tijdelijk en beperkt is. Dit geeft een enkel negatieve score.

### Risico lange termijn -

De lange termijn risico's hebben betrekking tot het opgeslagen water in de diepe ondergrond. Het water zal in de diepe ondergrond blijven. Risico's van zoutoplossing op lange termijn of migratie van resterend gas uit het reservoir via de putten, wordt als potentieel risico gezien. Het risico en de gevolgen hiervan worden over een lange periode als beperkt gezien.

### Kosten € 335 miljoen

De aanlegkosten van de waterzuivering en de aanpassing bij waterinjectielocaties bedragen circa € 110 miljoen. Verder zijn er operationele kosten, onder meer voor het gebruik van H<sub>2</sub>S-binder en het energieverbruik bij de waterzuivering. Deze komen op circa € 22,5 miljoen per jaar. In 10 jaar tijd zijn de operationele kosten € 225 miljoen.

## 13.3.4 Alternatief 4: Waterinjectie in Twente en Drenthevelden

### Milieu score - / varianten 0/- en 0/- en -

De milieuscore wordt bepaald door het toevoegen van zowel biocide als H<sub>2</sub>S-binder in het productiewater. Hiervoor zijn relatief veel complexe chemicaliën nodig. Het energieverbruik is echter laag en er zijn vrijwel geen reststoffen. Hierdoor ontstaat een enkel negatieve milieuscore.

Bij de varianten wordt minder biocide (variant 4.2) en tevens H<sub>2</sub>S-binder (variant 4.3) toegepast, waardoor de milieuscore verbeterd tot een score 0/-. Bij aanvullende zuivering (variant 4.4) zijn echter wel weer meer chemicaliën nodig, waardoor een verdere reductie van stoffen in het te injecteren water leidt tot een milieuscore van enkel negatief.

**Risico korte termijn -**

De risico's voor mens en milieu op korte termijn hebben vooral betrekking op een mogelijke lekkage van productiewater in de biosfeer en mogelijke aardbevingen. Beide zijn niet uit te sluiten, maar als ze optreden in omvang beperkt, zodat het effect tijdelijk en beperkt is. Dit geeft een enkel negatieve score. Bij de variant 4.3 wordt geen H<sub>2</sub>S-binder gebruikt, waardoor het getransporteerde productiewater H<sub>2</sub>S zal bevatten. Dit is echter in relatief lage concentraties.

**Risico lange termijn -**

De lange termijn risico's hebben betrekking tot het opgeslagen water in de diepe ondergrond. Het water zal in de diepe ondergrond blijven. Risico's van zoutoplossing op lange termijn of migratie van resterend gas uit het reservoir via de putten, wordt als potentieel risico gezien. Het risico en de gevolgen hiervan worden over een lange periode als beperkt gezien.

**Kosten € 75 miljoen / varianten € 95 miljoen / € 170 miljoen / € 245 miljoen**

Voor waterinjectie in Twente en Drenthe zullen putten en putlocaties in Drenthe aangepast moeten worden, waarvoor € 30 miljoen wordt geraamd. De aanpassingen bij Schoonebeek kosten naar verwachting circa € 20 miljoen. Daarnaast zijn er operationele kosten in een periode van 10 jaar van circa € 25 miljoen.

Bij de varianten zijn er aanvullende kosten:

- Bij variant 4.2 wordt geen biocide toegepast. Dat betekent dat er een nieuwe GRE transportleiding vanaf de OBI naar de injectielocaties gelegd moet worden (€ 20 miljoen)
- Bij variant 4.3 wordt tevens geen H<sub>2</sub>S-binder toegepast. De verwachting is dat daarvoor de leidingen bij Schoonebeek vervangen moeten worden. Dit wordt geraamd op € 80 miljoen extra.

Bij variant 4.4 vindt aanvullend op bovenstaand ook een beperkte zuivering plaats. Aanleg en gebruik kosten aanvullend € 75 miljoen extra.

**13.3.5 Referentiesituatie: Injectie in Twente****Milieu score 0/-**

De milieuscore wordt bepaald door het toevoegen van H<sub>2</sub>S-binder in het productiewater. Hiervoor zijn relatief veel complexe chemicaliën nodig. Het energieverbruik is echter laag en er zijn vrijwel geen - reststoffen. Hierdoor ontstaat een nul-negatieve milieuscore.

Voor de referentiesituatie geldt daarnaast dat vervanging van de bestaande watertransportleidingen in het Natura 2000 gebied Springeldal en Dal van de Mosbeek naar verwachting een tijdelijk negatief effect op de aanwezige natuur zal hebben, zowel door vergraving als door tijdelijke verlaging van de grondwaterstand.

**Risico korte termijn -**

De risico's voor mens en milieu op korte termijn hebben vooral betrekking op een mogelijke lekkage van productiewater in de biosfeer en mogelijke aardbevingen. Beide zijn niet uit te sluiten, maar als ze optreden in omvang beperkt, zodat het effect tijdelijk en beperkt is. Dit geeft een enkelvoudige negatieve score.

**Risico lange termijn -**

De lange termijn risico's hebben betrekking tot het opgeslagen water in de diepe ondergrond. Het water zal in de diepe ondergrond blijven. Risico's van zoutoplossing op lange termijn of migratie van resterend gas uit het reservoir via de putten, wordt als potentieel risico gezien. Het risico en de gevolgen hiervan worden over een lange periode als beperkt gezien.

**Kosten € 145 miljoen**

In de referentiesituatie worden kosten voorzien ten gevolge van de lekkage in de transportleiding. De NAM heeft een tijdelijke aanpassing via een pijp in pijp constructie uitgevoerd. Om weer geheel operationeel te worden, moeten veel meer transportleidingen vervangen worden. De aanlegkosten van een nieuwe transportleiding van de Hulte naar Rossum, en verschillende transportleidingen vanaf Rossum naar de injectielokaties, worden geraamd op circa € 95 miljoen. Aanpassingen bij Schoonebeek worden geraamd op € 20 miljoen. De operationele kosten bedragen in een periode van 10 jaar naar verwachting € 30 miljoen.

**13.4 Verdere optimalisaties van de alternatieven**

In paragraaf 13.3 is een overzicht gegeven van de bevindingen van de uitgewerkte alternatieven en varianten. Hierbij is uitgegaan van robuuste oplossingen, om er voor te zorgen dat de kans dat de gepresenteerde oplossingen daadwerkelijk uitvoerbaar zijn, zo groot mogelijk te maken. Het gevolg is dat de effecten en kosten op onderdelen lager kunnen uitvallen, indien optimalisaties worden toegepast. In het onderzoek zijn de volgende optimalisaties benoemd, en beperkt uitgewerkt:

- Hergebruik van reststoffen. Er wordt alleen uitgegaan van mogelijk hergebruik als dit al aantoonbaar mogelijk is. Vooral het hergebruik bij Alternatief 1 heeft hergebruik van de zoutproducten een vermindering van de negatieve score.
- Toepassing van membraantechnologie kan nader uitgewerkt worden, om na te gaan of dit bij de beschikbare waterkwaliteit tot de gewenste waterkwaliteit kan leiden. Dit kan het milieueffect en mogelijk de kosten beïnvloeden bij Alternatief 1 en 3.
- De kosten worden mede bepaald door de benodigde aanpassingen aan de leidingen van Schoonebeek, waarvoor de kosten geraamd worden op € 110 miljoen. Nader onderzoek moet uitwijzen of de huidige buisleiding wellicht voldoende bestand is tegen een oliewatermengsel met hogere H<sub>2</sub>S-concentraties. In dat geval vervalt deze kostenpost bij Alternatief 1 en 2, en bij Alternatief 4 bij de varianten 4.3 en 4.4.

In de onderstaande tabel zijn de belangrijkste scorebepalende factoren opgenomen. Tevens zijn de mogelijkheden van optimalisaties in de tabel opgenomen.

Tabel 13.2. Samenvattend overzicht CE toetsingscriteria per alternatief en voor de varianten, met toelichting belangrijkste bepalende aspecten.

Alternatieven	Milieu	Risico kort (na maatregelen)	Risico lang (na maatregelen)
<b>Alternatief 1:</b> Vast zoutproduct	Hoog energieverbruik voor destillatie en kristallisatie  (- -)	Hoge waarschijnlijkheid van ongelukken bij wegtransport  (- -)	Mogelijke uitloging van zouten vanuit de stortplaats  (- -)
Hergebruik zouten (onzekerheid over afname mogelijkheden)	Minder restproducten, hergebruik kalk en zout  (- -) / (-)	Idem  (- -)	Bij hergebruik van kalk en zout is er slechts beperkt langdurige stort nodig  (-)
<b>Alternatief 2:</b> Zoutwater naar zee	Afvoer zout met beperkte overige stoffen in Eems  (0/-)	Risico verontreiniging van de Eems, en verspreiding naar natuurgebied  (- -)	Geen lange termijn risico's  (0)
<b>Alternatief 3:</b> Injectie brijn	Hoog energieverbruik voor destillatie, geen kristallisatie  (- -)	Risico bij transport blijft lokaal, risico ondergrond aardbevingen  (-)	Alleen onzekerheden voor diepe ondergrond, zoutoplossing of gaslekage bij de put  (-)
Drenthevelden	Aanleg nieuwe transportleidingen als variant, zonder biocide	Risico op aardbevingen en zoutoplossing vergelijkbaar met de Twentevelden	Idem
<b>Alternatief 4:</b> waterinjectie	Aanmaak van mijnbouwhulpstoffen geeft milieueffecten  (-)	Risico bij transport blijft lokaal, risico ondergrond aardbevingen  (-)	Diepe ondergrond, effect beperkt, niet uit te sluiten  (-)
Varianten bij 4:	[1] Zonder mijnbouwhulpstoffen geen effecten <b>(0/-)</b> [2] zuivering van opgeloste gassen en BTEX geeft milieueffecten van energieverbruik  (-)	Idem  (-)	Idem  (-)
<b>Referentie Twente</b>	Aanmaak van mijnbouwhulpstoffen geeft milieueffecten <b>(0/-)</b>	Risico bij transport blijft lokaal, risico ondergrond aardbevingen  (-)	Diepe ondergrond, effect beperkt, niet uit te sluiten  (-)

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.

## 14 Stap 4a: Bevindingen toetsing draagvlak

### 14.1 Draagvlakdiscussie

Tijdens het onderzoek is naar voren gekomen dat de discussie rondom draagvlak zich sterk toespitst op de waterinjectie (zoals voorafgaand aan het onderzoek al duidelijk was) en het afvoeren van zoutwater naar de zee (in reactie op de tussentijdse bekendmaking van de alternatieven). Er zijn vier alternatieven onderzocht, waarbij een beeld is ontstaan met betrekking tot het effect op het milieu, mogelijke risico's en kosten. De samenstelling van de alternatieven en de bevindingen uit het onderzoek kunnen gebruikt worden als onderbouwing bij de draagvlakdiscussie.

#### **Waterinjectie Twente zonder Tubbergen en Tubbergen Mander te gebruiken, maar toevoeging Drenthevelden**

Twee van de alternatieven maken gebruik van waterinjectie. Hierbij verandert de waterinjectie wel, aangezien in de beide alternatieven in Twente twee van de drie velden niet meer benut worden. Het veld Tubbergen in het Natura 2000 gebied Springendal en Dal van de Mosbeek zal in de alternatieven niet meer worden gebruikt evenals het veld Tubbergen Mander. Daar staat tegenover dat velden in Drenthe onderdeel uitmaken van de alternatieven, het Schoonebeek Gasveld en het Coevordenveld. Daarnaast zijn in de alternatieven en varianten mogelijkheden meegenomen om te komen tot reductie van de chemicaliën in het te injecteren water.

#### **Twee alternatieven zonder waterinjectie, maar met meer milieueffecten**

Bij de twee andere alternatieven vindt geen waterinjectie plaats. Beide alternatieven zijn nieuw, waardoor het nog niet duidelijk is of hiervoor vanuit het publiek draagvlak is. Een eerste reactie vanuit de politiek en natuurorganisaties laat zien, dat het afvoeren van schoon zout water naar de Eems gevoelig ligt. Het alternatief waarbij een grote berg zout ontstaat, en zowel op milieu als korte en lange termijn risico het minste scoort, heeft vooralsnog geen reacties opgeroepen.

De alternatieven en varianten zijn daarmee zodanig gekozen, dat het onderzoek de benodigde informatie beschikbaar maakt voor de vragen uit de draagvlakdiscussie.

### 14.2 Gezondheid en veiligheid

Gezondheid en veiligheid zijn als randvoorwaarde van alle alternatieven en varianten meegenomen. De te verwachten effecten zijn vergelijkbaar met effecten bij andere gebruikelijke industriële activiteiten. Aspecten als geluid en visuele aanwezigheid kunnen als hinder worden opgevat, evenals de tijdelijke verstoring door graafwerkzaamheden voor de aanleg van pijpleidingen. De aanleg van faciliteiten en de operationele fase geven zodoende wel effecten, maar bedreigen de gezondheid en veiligheid niet.

Ten aanzien van de mogelijke effecten bij onvoorziene omstandigheden, heeft het onderzoek naar risico's uitgewezen dat mogelijke gevolgen beperkt blijven. Voor waterinjectie geldt dat de kans op effecten gering is, en dat indien effecten toch mocht optreden, deze beperkt blijven. Voor het opslaan van zouten is de kans groter dat er uiteindelijk lekkage naar de omgeving plaatsvindt, maar dat geeft nog geen effect op gezondheid en veiligheid. Hetzelfde geldt voor de afvoer van zoutwater naar de Eems.

De conclusie is daarmee, dat bij de beschreven alternatieven en varianten voldaan kan worden aan de randvoorwaarden van gezondheid en veiligheid, mist ze onder de juiste randvoorwaarden worden uitgevoerd.

In de zorgpuntennotitie worden alle gestelde vragen en zorgen afzonderlijk beantwoord en wordt de betrokkenheid van de omgeving in het onderzoek toegelicht.

## 15 Stap 4b: Omgaan met onzekerheden in afweging

Bij het onderzoek naar alternatieven voor de verwerking van productiewater zijn verschillende alternatieven op hoofdlijnen in beeld gebracht. Hierbij zijn aannames gedaan bij de uitgangspunten voor de berekeningen. Er is gebruik gemaakt van ervaringen uit vergelijkbare activiteiten en op andere punten is er sprake van expert judgement. Als gevolg hiervan moet bij de uitkomsten rekening gehouden worden met mogelijke afwijkingen en onzekerheden. Bij een verdere detailuitwerking kan hier nadere invulling aan worden gegeven, zonder echter op alle aspecten tot een totale zekerheid te kunnen komen.

Dit betekent dat het van belang is, om bewust te zijn van de aanwezige onzekerheden en de mogelijke gevolgen hiervan voor de afwegingen. Onderstaand worden de onzekerheden benoemd en de gevolgen hiervan. In het verlengde is aangegeven, welke monitoring kan worden toegepast en waar detailonderzoek tot een scherper inzicht kan leiden.

### 15.1 Onzekerheden en leemten in kennis

De oliewinning Schoonebeek en de verwijderingsopties voor het productiewater vormen samen een technisch complex integraal systeem. De verschillende onderdelen van het systeem hebben alle een eigen dynamiek. Doordat de onderdelen als een keten aan elkaar verbonden zijn, werkt de dynamiek ook door in de volgende onderdelen. Bijvoorbeeld, een verandering in de oliewinning, zoals het aan- of uitschakelen van putten, kan gevolgen hebben voor de hoeveelheid en samenstelling van het productiewater. In het gehele systeem komen veel dynamische onderdelen voor, met gevolgen verderop in het systeem, waarbij het productiewater als één van de laatste onderdelen van het systeem door alle voorgaande onderdelen wordt beïnvloed. Hierdoor moet voor de hoeveelheid en samenstelling van het productiewater rekening gehouden worden met een bandbreedte.

#### Beperken van onzekerheden door uit te gaan van robuuste oplossingen

Bij de uitwerking van de alternatieven is steeds onderscheid gemaakt tussen robuuste oplossingen en mogelijke optimalisaties. In deze fase is zoveel mogelijk uit gegaan van de robuuste oplossing, waarbij de onzekerheid zo klein mogelijk is gemaakt. Bij de optimalisaties ontstaan gunstiger omstandigheden, maar er is wel steeds een robuuste terugvaloptie nodig voor het geval de optimalisatie uiteindelijk niet mogelijk blijkt.

De belangrijkste onzekerheden waarmee rekening moet worden gehouden bij de beoordeling van de bevindingen zijn:

#### Functioneren alternatieven

De oliewinning Schoonebeek functioneert anders dan oorspronkelijk voorzien. Dat kan bij de toepassing van de genoemde alternatieven ook gebeuren. Het is de vraag hoe de biologische zuivering functioneert, afhankelijk van de hoeveelheid zout in het productiewater. Het is de vraag wat met het zoutproduct gedaan kan worden, en waar een eventuele stort mogelijk is. Bij waterinjectie is het de vraag of de injectiviteit van de opslagreservoirs overeenkomt met de verwachtingen, of dat toch aanvullende reservoirs nodig zijn. Bij enkele alternatieven en varianten wordt verwacht dat het gebruik van mijnbouwhulpstoffen geminimaliseerd kan worden. Het is de vraag of dit daadwerkelijk mogelijk is, of dat er toch teruggevallen moet worden op meer robuuste alternatieven.

#### Invulling alternatieven

Ten aanzien van de gehanteerde zuiveringstechnieken en de mogelijkheden voor verwerking van reststoffen is uitgegaan van de beschikbare kennis. De mogelijkheid bestaat dat hier slimmere oplossingen voor bedacht kunnen worden, met beperking van milieueffecten, risico of kosten.

### Milieueffecten

Op hoofdlijnen zijn de belangrijkste milieueffecten in beeld gebracht. In het onderzoek op hoofdlijnen is niet zo diep in gegaan op mogelijke milieueffecten als bij een MER gebeurt. Echter gezien de bevindingen uit het MER 2006 ligt het voor de hand aan te nemen, dat bij de beschreven alternatieven geen milieueffecten zullen optreden die zodanig zijn dat een alternatief niet meer uitvoerbaar is.

### Toekomstige mogelijkheden

De oliewinning vindt plaats gedurende een periode tot circa 2050. In deze periode kunnen omstandigheden veranderen, waardoor wellicht zoutproducten wel goed herbruikbaar worden, of nieuwe zuiveringstechnieken ontstaan. In de huidige afweging is uitgegaan van het nu bekende, waardoor bij een volgende afweging wellicht andere waarden aan oplossingen kunnen worden toegekend.

### Kosten

De inschatting van de kosten heeft grofschalig plaatsgevonden. Onzekerheden ten aanzien van technieken, mogelijke aanlegkosten en gebruikskosten geven een onzekerheid tot 40%. Een deel van de kosten is bepaald in samenwerking met derde partijen, waarbij rekening moet worden gehouden met onzekerheden. De mate waarin leidingmateriaal bij Schoonebeek vervangen moet worden, vormt een onzekerheid in de kosten van meer dan € 100 miljoen. Aan de opbrengst kant is er onzekerheid over de olieprijs gedurende de komende 35 jaar. Gezien deze onzekerheden is het van belang de bevindingen uit hoofdstuk 13 als richtinggevend te beschouwen, maar tevens rekening te houden dat de uitkomsten niet als absolute waarden gelezen kunnen worden.

### Omgaan met onzekerheden

De benoemde onzekerheden zijn van dien aard dat ze de afzonderlijke effecten bij alternatieven en varianten tot op zekere hoogte kunnen beïnvloeden. Voor zover kan worden overzien zal het zeker leiden tot aanpassing van kosten, maar naar verwachting worden de geclassificeerde effecten hierdoor niet beïnvloed. Dat betekent dat voor het gehanteerde abstractieniveau, de weergegeven classificatie als een goede indicatie kan worden gezien.

## 15.2 Ondergrond in beeld brengen

### Processen in de ondergrond

Centrale vraag bij het gebruik van de ondergrond is, in hoeverre het bekend is, wat bij waterinjectie in de ondergrond gebeurt en in hoeverre de ondergrondse processen beheersbaar zijn. In het verlengde is er de vraag over de samenstelling van het productiewater, vooral ten aanzien van de mogelijkheid dat het productiewater ongewenst toch in de biosfeer terecht komt. Alternatieven zijn in beeld gebracht die echter tot hogere milieubelasting leiden, met meer verstoring van de leefomgeving en hogere kosten. Centraal staat daarmee de vraag in hoeverre deze bovengrondse nadelen opwegen tegen de ondergrondse onzekerheden.

### Hoe goed worden processen in de ondergrond bij waterinjectie begrepen?

Hoewel de ondergrond goed in beeld gebracht kan worden en veel technische informatie beschikbaar is, blijkt dat de waterinjectie in Twente toch anders is verlopen dan voorzien. De NAM is er achter gekomen dat de kalksteenformatie beter geschikt is voor waterinjectie en dat de zandsteenformaties minder geschikt zijn voor waterinjectie. Dit heeft geleid tot aanpassing van de bedrijfsvoering van de NAM en het inzicht dat op termijn andere oplossingen voor de verwerking van productiewater nodig zijn.

Voor zover kan worden overzien heeft de waterinjectie echter niet geleid tot schadelijke effecten voor de gezondheid en veiligheid van de bewoners in Twente. Het vermoeden bestond dat scheuren in huizen en wateroverlast gerelateerd zouden zijn aan de waterinjectie. Afzonderlijk onderzoek heeft aangetoond, dat deze effecten andere oorzaken hebben.



De processen in de ondergrond wijken dus af van de verwachtingen. Op hoofdlijnen is voorspelbaar hoe de ondergrond zal reageren, maar meer lokaal treden afwijkingen op. Het is daarmee van belang goede monitoring te hebben van datgene wat daadwerkelijk optreedt in de ondergrond. Het is tevens van belang zicht te houden op mogelijke afwijkingen en een reactieplan beschikbaar te hebben.

#### **Zijn de processen in de ondergrond beheersbaar?**

Ondanks zorgvuldige voorbereiding en goede modellering, blijken er onzekerheden te bestaan ten aanzien van mogelijkheden en reacties in de ondergrond. In de operationele fase vindt monitoring plaats, waarmee de processen in de ondergrond geregistreerd worden en worden vergeleken met de voorspellingen. Zolang afwijkingen verklaarbaar zijn, kunnen ongewenste effecten worden bijgestuurd bij de injectieputten door meer of minder water in het reservoir te brengen. In het uiterste geval kan water zelfs weer uit het reservoir worden onttrokken.

Op de langere termijn zullen de putten afgesloten worden en is de mogelijkheid om de processen daarna nog te beïnvloeden zeer beperkt. Monitoring zal na een bepaalde periode niet meer plaatsvinden, zodat effecten pas in de biosfeer zichtbaar worden.

#### **Randvoorwaarden benutting ondergrond in Nederland**

Bij de benutting van de ondergrond wordt er naar gestreefd alle mogelijke risico's te vermijden. De randvoorwaarden zijn door de Nederlandse overheid zodanig gesteld dat de kans op bijvoorbeeld een lekkage zo klein mogelijk is en dat zelfs als het optreedt dit geen blijvende gevolgen heeft voor de omgeving. De mogelijke risico's bij waterinjectie zijn in vergelijking met andere vormen van ondergrondse benutting niet groter. Het water zal door de onderdruk in het reservoir blijven, zodat alleen rond de put een risico kan bestaan. Dit is een beperkt en overzichtelijk risico. Bij potentiële zoutoplossing zal dit langdurig en geleidelijk gaan, waardoor effecten langzaam over lange perioden optreden.

Met de bestaande onzekerheden en risico's zal waterinjectie onder geschikte voorwaarden geen specifiek grotere risico's met zich mee brengen dan bij andere vormen van ondergrondse benutting. Indien deze onzekerheden en risico's bij waterinjectie als onwenselijk worden gezien, kunnen andere vormen van ondergronds ruimtegebruik met vergelijkbare onzekerheden en risico's eveneens ter discussie komen te staan.

### **15.3 Monitoring**

Omgaan met onzekerheden bestaat voor een belangrijk deel uit het ontwerpen en toepassen van een effectieve monitoring. Het belang van monitoring wordt expliciet benadrukt door de TU Delft in haar contraexpertise [Ref. TU Delft, 20016]. Bij de oliewinning Schoonebeek en de huidige verwerking van het productiewater geldt een monitoringsprogramma. Hierin worden de belangrijke parameters benoemd met bijbehorende rapportagefrequentie. In het verlengde van het onderzoek wordt speciale aandacht gevraagd voor de volgende aspecten:

#### **Monitoring waterkwaliteit**

Het productiewater en in geval van waterzuivering tevens het te lozen water of te injecteren water, wordt regelmatig gemeten. Hierbij wordt bepaald in hoeverre aan de injectie- dan wel lozingsnormen kan worden voldaan.

Indien een injectieput zich in de buurt van een kwetsbaar gebied bevindt, wordt een peilbuis geplaatst waarin de lokale waterkwaliteit wordt waargenomen.

### Monitoring van de transportleiding

De integriteit van de transportleiding wordt getoetst met behulp van visuele inspectie en met behulp van wanddiktemetingen.

Voor de visuele monitoring geldt dat landeigenaren gevraagd wordt onregelmatigheden te melden (zoals ook het geval is geweest bij de lekkage in de transportleiding). Daarnaast zijn er jaarlijks loopcontroles over de leidingen, waar ook dekkingsgraad gemeten wordt.

Wanddiktecontrole vindt plaats bij stalen leidingen. In het geval van de pijp-in-pijp oplossing wordt tevens de druk in de ruimte tussen de binnenbuis en mantelbuis gemeten.

### Monitoring van de injectieput

Er vindt reguliere boorgatmetingen plaats, waarbij de wanddikte en de integriteit van de cementafdichting wordt bijgehouden.

### Monitoring bodembeweging

Bodemdaling is een indicator voor het oplossen van zoutlagen. Voor het monitoren van bodemdaling worden boven de injectiereservoirs periodieke analyses uitgevoerd met behulp van satellietbeelden.

Eventuele aardbevingen kunnen met behulp van geofoons worden geregistreerd. Deze zijn in Twente al geplaatst. Het KNMI gefoonnetwerk bestrijkt ook de provincie Drenthe. Mogelijk kan dit gefoonnetwerk verder worden uitgebreid boven de reservoirs in Drenthe.

Bij de aardbevingen in Groningen is duidelijk geworden dat naast de magnitude van een aardbeving tevens de grondversnelling van belang is als indicator voor mogelijke schade.

### Reservoirmetingen

Tijdens het injecteren van productiewater wordt standaard de druk in het reservoir gemeten. Hiermee kan worden vastgesteld dat de druk in het veld niet hoger wordt dan de oorspronkelijke druk in het reservoir. Hierdoor wordt voorkomen dat de afdekkende laag beschadigd kan worden of dat hoge waterdruk leidt tot verticale migratie van het injectiewater.

## 15.4 Detailonderzoek

Bij het detailonderzoek kan een deel van de bovengenoemde onzekerheden beperkt worden. Per alternatief zijn de volgende aspecten nader te onderzoeken:

#### Alternatief 1:

- Afzetmarkt voor restproducten. Dit voorkomt een stortplaats met zout, wat op langere termijn kan gaan lekken naar het milieu.
- Mogelijke locatie voor zoutstort en voorwaarden waaronder de zoutstort mogelijk is.
- Transportmogelijkheden om de risico's van vrachtovervoer te minimaliseren
- Effectievere waterzuivering, waarbij minder energie nodig is, of warmte gekoppeld kan worden. Dit beperkt het energiegebruik en daarmee de milieueffecten.
- Onderzoek materiaaleigenschappen om gevoeligheid voor H<sub>2</sub>S nauwkeurig te bepalen (mate waarin leidingen van Schoonebeek resistent zijn tegen H<sub>2</sub>S)
- Onderzoek naar afbreekbare samenstelling mijnbouw hulpstoffen (meest effectieve H<sub>2</sub>S-binder)
- Onderzoek noodzaak gebruik biocide en mogelijke optimalisaties

**Alternatief 2:**

- Afspraken met de beheerder en gebruiker van de VKA-leiding om mogelijkheden en voordelen van gezamenlijke exploitatie verder uit te werken.
- Uitwerking biologische zuivering om alle mogelijke probleemstoffen te verwerken.
- Tijdelijke opslag af te voeren gezuiverd zoutwater uitwerken, als buffer bij problemen met de afvoer van het zoute water.
- Onderzoek naar H<sub>2</sub>S, zoals benoemd bij alternatief 1

**Alternatief 3:**

- Effectiever waterzuivering, zoals bij alternatief 1.
- Onderzoek naar H<sub>2</sub>S en biocide, zoals benoemd bij alternatief 1

**Alternatief 4:**

- Detailonderzoek naar putten en reservoirs
- Onderzoek naar H<sub>2</sub>S en biocide, zoals benoemd bij alternatief 1
- Onderzoek daadwerkelijke mogelijkheden reductie mijnbouwhulpstoffen
- Seismische detailonderzoek naar positie van breuken

## 16 Duiding van de bevindingen

Het onderzoek naar de herafweging verwerking productiewater van de oliewinning Schoonebeek is een bijzonder onderzoek, omdat alternatieven worden onderzocht en vergeleken terwijl de oliewinning al operationeel is. Daarbij komt dat de oliewinning tijdelijk stil ligt, en daarna in aangepaste vorm wordt hervat. Als gevolg hiervan is het beginpunt voor de herafweging een te verwachten toekomstige situatie.

De verkenning van toekomstige mogelijkheden voor de verwerking van het productiewater is meer dan een theoretische verkenning, aangezien inmiddels is gebleken dat voortzetting van de huidige verwerkingswijze niet de gehele oliewinningsperiode mogelijk is. Dit betekent dat minimaal één van de alternatieven in meer detail uitgewerkt zal worden, waarbij het tevens mogelijk is aspecten van alternatieven te gaan combineren.

### 16.1 Status onderzochte alternatieven

De Commissie voor de m.e.r. heeft voorgesteld het onderzoek naar verwerking van het productiewater te splitsen in een onderzoek op hoofdlijnen, gevolgd door een verdere detaillering voor die alternatieven, die na bestuurlijke afwegingen het meest interessant zijn. Deze rapportage heeft betrekking op het onderzoek op hoofdlijnen en heeft als gevolg hiervan tot doel op een wat hoger abstractieniveau informatie en kennis te verschaffen ter ondersteuning van de genoemde bestuurlijke afwegingen.

#### Op specifieke onderdelen meer detail meegenomen

Om op hoofdlijnen tot een zinvolle afweging te komen, is het noodzakelijk een aantal specifieke onderdelen in meer detail uit te werken. Voor deze rapportage is een uitgebreidere analyse uitgevoerd van het huidige functioneren van de oliewinning Schoonebeek en de gevolgen van de bevindingen voor oliewinning in de toekomst. In detail zijn verschillende zuiveringsopties die aansluiten op de waterkwaliteit van het productiewater bekeken. De normen voor lozing of opslag en mogelijke risico's zijn sturend bij de technische uitwerking van alle alternatieven. Met deze verdiepingsslagen is een onderbouwd beeld ontstaan om op hoofdlijnen de gevolgen van keuzes te bepalen.

#### Kunnen alternatieven gezond en veilig worden toegepast?

In het onderzoek zijn naast de referentiesituatie, vier alternatieve mogelijkheden voor de verwerking van productiewater aan bod gekomen. De eerste, meest voor de hand liggende vraag, is of alle vier de genoemde alternatieven op basis van de bevindingen haalbaar en wenselijk worden geacht. Of zijn er alternatieven, waarvan nu al gezegd kan worden dat deze niet voldoen aan de uitgangspunten van veiligheid en gezondheid of een te grote milieubelasting hebben.

Zoals blijkt uit de resultaten in deze rapportage, lijken er op dit moment voor geen van de vier uitgewerkte alternatieven redenen om deze vanuit milieutechnische en risico-overweging als onhaalbaar te kwalificeren. Dat betekent dat bij de detailafweging alle alternatieven een rol kunnen spelen. Wel zijn er duidelijke randvoorwaarden met betrekking tot de uitvoering, monitoring en te ondernemen maatregelen bij ongewenste situaties. Er zijn duidelijke verschillen op de gebieden van milieubelasting, mogelijke risico's en kosten, waardoor het mogelijk is tot een voorkeur te komen.

Bij de uitwerking zijn de te verwachten kosten in beeld gebracht, zonder na te gaan in hoeverre dit commercieel daadwerkelijk realiseerbaar is. De haalbaarheid van de alternatieven zal op dit punt door de NAM in combinatie met de oliewinning van Schoonebeek nog nader uitgewerkt moeten worden.

Onderstaand wordt meer specifiek in gegaan op de bevindingen op hoofdlijnen.

## 16.2 Kernvragen gericht op waterinjectie

Veel zorgen en vragen voorafgaand aan deze herafweging hebben betrekking op waterinjectie en dan specifiek de waterinjectie in Twente. In het onderzoek is getracht deze vragen nadrukkelijk te adresseren. De specifieke waterinjectievragen worden daarom onderstaand apart besproken. Bij de bevindingen uit het onderzoek worden aandachtspunten of randvoorwaarden genoemd.

### Toets op veiligheid en gezondheid

Het onderzoek richt zich op de herafweging van verschillende verwerkingsmogelijkheden van het productiewater vanuit de oliewinning Schoonebeek. Deze vraag is voor een belangrijk deel ingegeven door onzekerheden met betrekking tot de huidige verwerking van productiewater via waterinjectie in de leeggeproduceerde gasvelden in Twente. De centrale vraag hierbij is, in hoeverre er risico's zijn voor de veiligheid en gezondheid van de mensen, dieren en natuur. Het onderzoek geeft aan dat hiervoor in het bijzonder van belang is dat geen lekkage plaats vindt bij de transportleidingen of bij de putten, dat er geen zwaardere aardbevingen optreden en dat de integriteit van de zoutlagen boven en onder de waterinjectiereservoirs niet aangetast wordt door zoutoplossing. Daarbij is tevens onderzocht wat de mogelijke gevolgen zouden kunnen zijn als deze ongewenste situaties toch zouden optreden.

### Voorkomen lekkage transportleiding, gevolgen lekkage naar biosfeer

Bij het transport van productiewater via een pijpleiding geldt dat het risico van een nieuwe lekkage niet is uit te sluiten, wel te minimaliseren. Ondanks mitigerende maatregelen en goede monitoring, kan een lekkage toch nog optreden. Het gevolg van een lekkage zal niet veel anders zijn dan de gevolgen van lekkages uit andere soorten transportleidingen, die in Nederland aanwezig zijn, mits de transportleiding zich niet in of nabij kwetsbare gebieden bevindt. Er komt zoutwater in het milieu met beperkte overige stoffen, waarvoor een sanering vereist is. Uit de al opgetreden lekkage is gebleken dat met de huidige kwaliteit van het productiewater dit geen gevaar voor de gezondheid of veiligheid oplevert.

- Voor de transportleiding geldt met de huidige (en in de toekomst verwachte) kwaliteit van het productiewater dat de gevolgen van een lekkage lokaal en beperkt zijn, mits de transportleiding zich niet in of nabij een kwetsbaar gebied (Natuurgebied of Grondwaterbeschermingsgebied) bevindt.

### Voorkomen lekkage bij de injectieput, gevolgen lekkage naar biosfeer

Waterinjectie vindt plaats via een injectieput, die goed afgescheiden is van de directe omgeving. Corrosie van de putwand moet worden voorkomen en rondom de put is cementering aanwezig. Mocht er toch water uit de put in de ondergrond terecht komen, dan zal dit naderhand kunnen worden gesaneerd via een grondwatersanering.

- Voor lekkage rond de put geldt met de huidige kwaliteit van het productiewater de gevolgen van een lekkage lokaal en beperkt zijn, mits de injectieput zich niet in of nabij een kwetsbaar gebied (Natuurgebied of Grondwaterbeschermingsgebied) bevindt.

### Voorkomen aardbevingen bij waterinjectie, gevolgen aardbevingen

Bij waterinjectie in leeg geproduceerde gasvelden kunnen nieuwe aardbevingen optreden ten gevolge van de verandering van de druk in de ondergrond. Door een goede selectie van reservoirs en putten kan de kans op een aardbeving zo klein mogelijk worden gemaakt.

- Bij waterinjectie geldt dat alleen reservoirs zijn geselecteerd waarbij tijdens de gaswinning geen of zeer beperkte aardbevingen hebben plaatsgevonden (met magnitude kleiner dan 2,5 op de schaal van Richter).

- Alleen injectieputten op afstand van de breukzone worden geselecteerd om de kans op het heractiveren van de breukzones zo klein mogelijk te maken.
- Ter plaatse van de injectievelden zal met behulp van geofoons continue monitoring moeten plaats vinden. In geval van een aardbeving met een kracht groter dan 2,5 op de schaal van Richter zal de waterinjectie moeten worden stopgezet voor nader onderzoek.

#### **Voorkomen zoutoplossing bij injectiereservoir, gevolgen zoutoplossing**

Indien het onverzadigde geïnjecteerde water in aanraking komt met de bovenliggende zoutlagen, kan oplossing van zout ontstaan.

- Bij waterinjectie geldt dat alleen reservoirs worden gebruikt waarbij een betrouwbare scheidende laag aanwezig is tussen het reservoir en de zoutlagen.
- Ter plaatse van de injectieput zal regelmatige monitoring moeten plaats vinden, om te bepalen of er langs de putwand geen zout in oplossing gaat.
- Bij breukzones moet zoutoplossing voorkomen worden, door alleen de injectieputten op afstand van de breukzone te selecteren en door monitoring van bodemdaling.

Met bovenstaande maatregelen, bestaande uit een gerichte selectie van putten en reservoirs, in combinatie met een effectief monitoringsprogramma, kan waterinjectie worden toegepast zonder gevaar voor de gezondheid en veiligheid.

#### **Beoordeling van de NAM-rapporten**

In hoofdstuk 4.1.4 is een toelichting gegeven op de detailstudies van NAM met betrekking tot het risico van aardbevingen en zoutoplossing in de ondergrond. De bevindingen uit deze rapporten zijn in dit onderzoek meegenomen. SodM heeft inmiddels (23 juni 2016) aangegeven dat de externe beoordelingen van deze onderzoeken ontvangen zijn. De geraadpleegde externe experts van de Clausthal University of Technology (Duitsland), het Paris Institute of Science and Technology (ParisTech, Frankrijk) en de US Geological Survey (USA) bevestigen de bevindingen uit de NAM-rapporten. SodM heeft hierop geconcludeerd [Ref. SodM, 2016]:

*“In de studies en de reviews ziet SodM een groot aantal aanwijzingen dat de huidige injectie van het productiewater technisch veilig kan gebeuren”.*

#### **Veel aandacht voor mogelijke zoutoplossing vanuit betrokkenen**

Bovenstaand is aangegeven, dat er naar verwachting geen risico's zijn voor zoutoplossing. Vanuit direct betrokkenen zijn er nog veel vragen met betrekking tot mogelijke zoutoplossing en de verdere gevolgen hiervan, mocht dit onverhoopt toch optreden. Daarbij wordt onder meer de vraag gesteld of anhydriet echt niet in oplossing zal gaan. En er is de vraag of het aanwezige resterende gas in het reservoir in zoute holtes kan komen en tot gevaarlijke situaties kan leiden, of dat lokale instortingen tot zinkgaten aan de oppervlakte kunnen leiden.

Wetenschappers en experts bij kennisinstellingen hebben hierover op onderdelen verschillende meningen laten horen. In deze situatie lijkt het wenselijk een breed opgezette discussie te organiseren, waarbij experts vanuit verschillende achtergronden samenkomen om vast te stellen welke inzichten onomstreden zijn en waar nog open onderzoeksvragen aanwezig zijn. Hiermee kan de huidige discussie uit de sfeer van tegenstellingen worden gehaald en voor de bewoners en andere betrokkenen duidelijkheid bieden.

**Hierbij wordt dus het advies gegeven een brede expertmeeting te organiseren om tot gemeenschappelijke inzichten te komen over mogelijke zoutoplossing ten gevolge van waterinjectie en de mogelijke gevolgen hiervan voor veiligheid en milieu.**

### 16.3 Afweging effecten in biosfeer en risico ondergrond

#### **Wat zijn de extra milieubelasting, overlast en kosten bij alternatieven zonder waterinjectie?**

De alternatieven zonder waterinjectie leiden tot effecten op het milieu en andersoortige risico's. De onzekerheden hiervan zijn minder doordat effecten zichtbaar en meetbaar zijn aan het maaiveld. Op milieugebied zal meer energiegebruik nodig zijn, meer chemicaliën worden verbruikt en er ontstaat een reststof waarvoor verwerking nodig is. Het vaste zoutproduct zal opgeslagen moeten worden wat ruimtelijke gevolgen heeft, of anders zal het zoute water afgevoerd worden naar zee. De kosten voor deze alternatieven worden hoger geraamd dan de kosten voor het waterinjectie alternatief.

#### **Afweging bekende effecten en risico's versus minder effecten en meer onzekerheden**

De afweging laat zien dat het mogelijk is oplossingen voor de verwerking van productiewater te vinden, zonder gebruik te maken van de ondergrond. Deze oplossingen zorgen er voor dat alle mogelijke risico's van ondergrondse opslag worden voorkomen.

#### **Oplossingen zonder waterinjectie hebben meer milieugevolgen in de biosfeer**

Het nadeel van de oplossingen zonder waterinjectie, is gelegen in de milieueffecten en risico's voor de biosfeer. De afweging laat zien dat op het gebied van energieverbruik, toepassen van chemicaliën voor de waterzuivering en de verwerking van reststoffen, het milieu meer belast wordt, indien geen waterinjectie wordt toegepast. De complexiteit om de oplossingen zonder waterinjectie te realiseren, binnen de milieuraandvoorwaarden, is relatief groot. Hierdoor nemen de kosten toe, en bestaat de kans dat bij nadere uitwerking nog aanvullende maatregelen nodig zijn, om milieueffecten verder te beperken.

#### **Minimaliseren onzekerheden in de ondergrond, nooit helemaal uit te sluiten**

Bij alle gebruik van de diepe ondergrond, moet rekening worden gehouden met onzekerheden, en het vermogen om te kunnen gaan met onzekerheden. Door zorgvuldige keuze van reservoirs en injectieputten, kunnen de operationele risico's beperkt worden ten aanzien van mogelijke aardbevingen en zoutoplossing. De samenstelling van het te injecteren water is, gezien het van nature aanwezige water in de formatie, meer beleidsmatig dan technisch van belang. Lange termijn risico's zijn lastiger te voorspellen en te monitoren. Gezien de relatief grote diepte ligt het voor de hand dat waterinjectie niet tot lokale effecten zullen leiden, maar hooguit tot bodembeweging over een groter gebied. Vooral nog lijkt, op basis van de ervaringen van de afgelopen jaren, bij waterinjectie de beheersbaarheid van de onzekerheden voldoende geborgd.

#### **Watertransportleiding zoals veel voor komt in Nederland**

Watertransport maakt, met verschillende watersamenstelling, onderdeel uit van zowel de oplossingen met als zonder waterinjectie. Een goed systeem om de integriteit van de watertransportleiding te borgen en indien er een lekkage optreedt snel op te lossen, is van groter belang dan de specifieke samenstelling van het te transporteren water. De risico's van de transportleiding zijn vergelijkbaar met bestaande risico's bij veel andere aanwezige transportleidingen in Nederland.

#### **Effecten in biosfeer of onzekerheden in de ondergrond**

Uiteindelijk is het daarmee de vraag of de hogere kosten en grotere milieubelasting van bovengrondse oplossingen opwegen tegen de genoemde onzekerheden en risico's van de ondergrondse opslag van productiewater.

## 17 Planning en vervolg

### 17.1 Toetsing eindrapport alternatievenafweging

De herafweging van de verwerking van productie uit Schoonebeek is uitgevoerd door Royal HaskoningDHV, ondersteund door CE uit Delft, in opdracht van de NAM. Bij het opstellen van de herafweging heeft een bestuurlijke Begeleidingscommissie met vertegenwoordigers uit de provincie Overijssel en de provincie Drenthe, samen met het waterschap Vechtstromen, tussentijds reacties en suggesties kunnen geven. Dit heeft geleid tot de voorliggende rapportage. De bevindingen zullen in een of meerdere bijeenkomsten worden gedeeld met belangstellenden uit de betrokken regio.

#### **Toetsing Commissie voor de m.e.r. en Deltares**

Dit tussenrapport wordt aan de Minister van Economische Zaken gepresenteerd, inclusief de zorgpuntennotitie. Het Ministerie van Economische Zaken heeft Deltares gevraagd een second opinion uit te voeren, ondersteund door Wageningen University en TNO. Het advies van Deltares wordt aangeleverd aan de Commissie voor de m.e.r. De Commissie heeft eerder richtlijnen opgesteld en zal het tussenrapport toetsen aan deze richtlijnen en met haar oordeel komen. Het oordeel van de Commissie voor de m.e.r. kan er toe leiden dat er een aanvulling komt op de huidige rapportage.

#### **Afwegingen van de NAM**

Uit het onderzoek is gebleken dat voor NAM op de lange termijn voortgaan binnen de huidige vergunningsvoorwaarden leidt tot productiebeperkingen. Deze herafweging kan NAM helpen zicht te krijgen op een alternatieve lange termijn oplossing, waarvoor naar verwachting een aangepaste of nieuwe vergunning nodig is. De NAM zal op basis van de bevindingen en de reacties op de bevindingen een eigen oordeel vormen ten aanzien van de toekomstige verwerking van het productiewater.

#### **Bestuurlijke afstemming door de Minister van Economische Zaken**

De Minister heeft aangekondigd de bevindingen uit het tussenrapport, inclusief het oordeel van de Commissie voor de m.e.r., te bespreken met de bestuurders en belanghebbenden uit de betrokken regio's, om zo te komen tot een bestuurlijke afweging. Het is de verwachting dat hieruit nog een beperkt aantal alternatieven overblijft dat in meer detail uitgewerkt moet worden.

#### **Detailuitwerking resterende alternatieven**

Conform het voorstel van de Commissie voor de m.e.r. zal vervolgens een aanvullend detailonderzoek worden uitgevoerd van de geselecteerde alternatieven. Dit kan leiden tot een verwerkingsmethodiek, waarvoor nog geen vergunning is verleend. Indien de NAM besluit nieuwe vergunningen of een aanpassing van de huidige vergunning aan te vragen bij het bevoegde gezag, zal overleg met de bevoegde gezagen plaatsvinden.



## 17.2 Planning vervolg

Het tussenrapport is besproken met de Begeleidingscommissie en aangepast daar waar nodig. Vervolgens vindt externe toetsing plaats, zoals in het onderstaande schema is opgegeven. De toetsing bestaat uit een second opinion van derden en vervolgens een toetsing door de commissie voor de m.e.r. Dit kan eventueel leiden tot aanpassing van het tussenrapport. In tabel 17.1 is de voorziene tijdsplanning aangegeven.

Tabel 17.1 – Overzicht afronding rapportagehoofdlijnen

Activiteiten	periode	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Bespreking finale versie Begeleidingscommissie	eind juni	X									
Bewonersbijeenkomst		X	X								
Toetsing externe partij(en)	5 weken										
Toetsing Commissie voor de m.e.r.	8 weken									X	
Finale versie herafweging	1 sept.										X

De Minister heeft aangekondigd de bevindingen uit deze rapportage, inclusief de opmerkingen van de toetsers, te gebruiken om met betrokkenen in de regio in gesprek te gaan. Onderstaand is in tabel 17.2 aangegeven welke stappen daarin worden voorzien, met een indicatieve tijdsplanning.

Tabel 17.2 – Overzicht afronding rapportage

Stap	Planning 2016
Afstemming Minister met de regio	september
Afronding overleg minister met regio en NAM, Selectie van één of enkele alternatieven voor detailuitwerking	eind september
Detailuitwerking van de alternatieven conform CE methode	eind oktober
Eind advies MERcie	Halverwege december
Besluit minister	december

## 18 Literatuur

Arcadis, 2015, Evaluatierapport grondsanering lekkage 18" zoutwatertransportleiding Schoonebeek – Twente;

Arcadis, 2015, Onderzoek naar de oorzaken van de problematiek bij woningen in de omgeving van de waterinjectie Rossum Weerselo;

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., 2016, Injectie productiewater olieveld Schoonebeek, advies over de onderzoeksopzet van Evaluatie en Herafweging, 7 maart 2016 / projectnummer: 3093;

Deltares, 2016, Notitie inzake toetsing “Onderzoeksopzet herafweging verwerking productiewater Schoonebeek”;

Mark D. Zoback, 2012, Managing the seismic risk posed by wastewater disposal, Arma e-newsletter, volum2, issue 2, spring 2012

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015, Notitie Reikwijdte en Detailniveau Rijksstructuurvisie Ondergrond (STRONG);

NAM, 1991, Milieu-effectrapport Waterinjectie in Zuidoost Drenthe;

NAM, 2006, Milieu Effectrapportage Herontwikkeling Oliewinning Schoonebeek;

NAM, 2013, Generiek afwegingskader doelmatige verwijdering offshore productiewater.

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

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

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

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

NAM, 2015, Protocol seismische activiteit door waterinjectie;

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 Groningen, 2005. Rapportage inventariserend onderzoek ondergrondse leidingen.

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

Royal HaskoningDHV, 2015, Onderzoeksopzet herafweging verwerking productiewater Schoonebeek;

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

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

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

## 19 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 <sub>2</sub> 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
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
STRONG	Rijks Structuurvisie Ondergrond
TNO	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
VKA	Veenkoloniale Afvoerleiding
Vvgb	verklaring van geen bedenkingen
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht

## **Bijlage**

### **1. Toelichting afweging uitgebreide lijst met opties**

# Toelichting afweging uitgebreide lijst met opties

---

## 1. Overzicht en inhoud van criteria

Vanuit de totale lijst met mogelijke opties voor de verwerking van productiewater is een short list samengesteld van de meest waarschijnlijke opties uit elk cluster. Het uiteindelijke doel is deze met elkaar te vergelijken met behulp van de CE methode.

Het proces omvat de volgende stappen;

1. Opstellen van de Long List door alle mogelijke reële opties te benoemen
- 2. Clusteren van de opties in groepen van vergelijkbare concepten en een rest-groep**
- 3. Het vergelijken en bepalen van de meest kansrijke optie per cluster**
4. Samenstelling van de Short List met deze alternatieven
5. Uitwerken van de Short List en toetsing conform de CE methode
6. Rapportage op hoofdlijnen van de Short List alternatieven ten aanzien van typen gevolgen;
  - a. impact op het milieu
  - b. Korte en Lange termijn risico's
  - c. Kosten, zowel kapitaal- en operationele lasten

Naderhand zal nog een meer gedetailleerde uitwerking plaatsvinden van de alternatieven die als wenselijk gezien worden.

Stap 2: Bovenstaande tweede stap is er om te zorgen dat de short list opties bevat die daadwerkelijk wezenlijk van elkaar verschillen. Zonder deze aanpak is de kans groot dat de 4 of 5 meest kansrijke opties allemaal op elkaar lijken, omdat de onderliggende technische concepten min of meer gelijk zijn. Met een geforceerde brede spreiding in verschillende clusters wordt voorkomen dat de beste opties allemaal in 1 cluster vallen. Zo wordt het mogelijk om aan de hand van de spreiding de consequenties van totaal verschillende concepten via de CE methode inzichtelijk te maken.

Stap 3: In deze stap wordt vervolgens per cluster de meest kansrijke optie bepaald aan de hand van een aantal criteria. Deze worden hieronder beschreven. Bij elk criterium is een tekstuele beschrijving gegeven, waarbij voorbeelden worden gegeven waarom sommige opties op het criterium goed of minder goed scoren. Om voor alle opties en alle criteria een overzicht te krijgen wat beter of minder goed scoort, is er een vereenvoudigde tabel gemaakt waarin kwalitatief de scores zijn weergegeven. (Dit is binnen MER trajecten een gebruikelijke aanpak om overzicht te krijgen over veel informatie.) Per criterium wordt aangegeven of een optie goed scoort (++) of (+), twijfelachtig (0) matig (-) of slecht (--). Indien een optie onhaalbaar geacht wordt vanwege een bepaald criterium, dan scoort de optie bij dat criterium een (X). Is de optie alleen haalbaar in combinatie met andere opties dan krijgt deze een grijze score (.).

Hier onder worden de gebruikte criteria weergegeven, met daarbij benoemd welke aspecten nadrukkelijk bekeken worden en mede bepalend zijn voor het criterium. Opties kunnen hierbij afvallen indien ze technisch niet haalbaar zijn of indien een optie beleidsmatig of wettelijk niet is toegestaan. Verder helpen de criteria om te komen tot een voorkeurslijst. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een samenvattende legendatabel waarin de kwalitatieve definitie van elke score per beoordelingscriterium weergegeven is.

### *Randvoorwaarde bij iedere optie is: gezond en veilig*

Voor alle opties geldt als uitgangspunt dat ze veilig moeten kunnen worden uitgevoerd en dat de gezondheid van bewoners in de regio en het milieu niet in gevaar mogen komen. Opties die hier niet aan voldoen vallen direct af.

### *Technisch – mogelijk uitsluitend criterium*

In deze fase van de herafweging, de selectie van alternatieven voor de Short List, is de technische toets in sterke mate bepalend of een goed idee ook daadwerkelijk uitvoerbaar is. De opties dienen robuust te zijn, zodat gedurende een lange periode van circa 25 jaar en met mogelijke variatie in de hoeveelheid en samenstelling van het productiewater, de verwerking van het productiewater steeds doorgang kan vinden. Bij de voorgestelde opties wordt gekeken naar:

- Technische haalbaarheid en uitvoerbaarheid
- Geschiktheid als robuuste oplossing (dat wil zeggen bestand tegen veranderingen in het productieproces, zodat voorkomen kan worden dat de productie opnieuw stilgelegd moet worden om aanpassingen aan de installatie te doen, geen experimentele technologie, wel hoge bedrijfszekerheid en goede procesbeheersing)
- Geschiktheid als langdurige oplossing (geschikt voor het totale watervolume, de gehele periode en er wordt voldaan aan de waterkwaliteitseisen)
- Bij waterinjectie opties, de geschiktheid van reservoirs in de diepe ondergrond

Een deel van de opties maakt gebruik van bewezen grootschalige technieken, andere opties vereisen technieken die soms tot op heden alleen op kleinere schaal zijn toegepast. Een bewezen techniek wordt als neutraal gescoord indien deze op kleinere schaal al is toegepast (0). Een bewezen technische oplossing bij vergelijkbare, grootschalige omstandigheden krijgt een '+' score. In het geval de optie grootschalig, robuust en flexibel is en continue toepasbaar is onder verschillende omstandigheden wordt een '++' gescoord. Indien er onzekerheden zijn over de bruikbaarheid van de techniek dan wordt er een '-' of '--' gescoord. Dit geldt ook in het geval er een restproduct over blijft waarvoor geen geschikte verwerking beschikbaar is.

Indien de optie technisch voldoet, maar niet geschikt is als oplossing voor de gehele periode van 25 jaar, dan wordt dit in de tabel grijs aangegeven. Indien een optie ook in combinatie met andere opties niet haalbaar is wordt dit met een 'X' aangegeven.

## *Planning*

De periode tot realisatie van de opties verschilt vanwege onder meer de tijd die benodigd is voor ontwerp, aanbesteding, vergunningaanvragen en bouw. In beginsel vindt in de periode vanaf de tweede helft 2016 tot aan een nieuw gerealiseerde oplossing slechts beperkte oliewinning plaats als gevolg van de pijplijnreparatie die nu wordt uitgevoerd. Pas nadat de (nieuwe) optie voor de verwerking van productiewater operationeel wordt, kan de olieproductie weer op volledige capaciteit en optimaal functioneren. Daarmee vormt de doorlooptijd tot realisatie bij de opties een criterium.

- Realiseerbaar in 2 jaar, in 4 jaar of langer

De score op dit criterium betreft een inschatting van deze te verwachten doorlooptijd tot realisatie, waarbij voor nieuwe situaties geldt dat er met name een onzekerheid is bij het verkrijgen van vergunningen vanwege mogelijke juridische procedures. Voor de aanleg van een zuivering wordt een langere periode verwacht van meer dan 4 jaar, zodat hier een score ‘-’ wordt aangehouden. Indien bestaande waterinjectielocaties onderdeel uitmaken van een optie, kan hier met een korte doorlooptijd rekening gehouden worden (+’).

## *Beleid – mogelijk uitsluitende criterium*

De verschillende opties dienen binnen het bestaande wettelijk en beleidsmatig kader te passen. Een niet vergunbare oplossing valt af, aangezien de optie om deze reden niet realiseerbaar is. Daarnaast is het voor sommige onderdelen in een optie nodig gebruik te maken van land van derden, waarvoor toestemming vereist is. Tot slot wordt een inschatting gemaakt hoe een oplossing zich verhoudt tot lokale beleidsambities en of dit tot vergaande aanpassingen in de oplossing of doorlooptijd gaat leiden.

- Vergunbaar (wettelijk en beleidsmatig);
- Aansluitend op lokale beleidsambities;
- Gebruik van terrein en grond mogelijk (ruimtelijke ordening);

Een oplossing die goed aansluit op deze drie factoren scoort goed. Opgemerkt wordt dat in deze fase van het onderzoek de factoren kwalitatief worden ingeschat, bijvoorbeeld als het gaat om de inschatting van effecten die samenhangen met ruimtelijke ordening, indien het tracé van eventueel nog aan te leggen pijpleidingen niet bepaald is.

Indien een optie past binnen het bestaande beleid of zelfs een voorkeur verdient vanwege dit beleid is er een score ‘+’. Indien er beperkte beleidsmatige wijzigingen nodig zijn, krijgt het een ‘0’ score. In het geval beleidsmatige belemmeringen op kunnen treden en/of er gronden verkregen moeten worden voor de optie krijgt het de score ‘-’. Als er grote beleidsmatige belemmeringen worden verwacht en ongewenste gevolgen optreden (zoals veel restproduct), wordt een ‘- -’ gescoord.

## *Financieel*

Aanpassingen kosten geld, zodat financiële haalbaarheid een belangrijk criterium is. Echter, bij de selectie voor de short list worden op basis van dit financiële criterium geen opties uitgesloten, mede door de relatief grote onzekerheden die er in deze fase nog zijn ten aanzien van de hoogte van de



kosten. Voor de bepaling van de kosten moeten zowel de aanlegfase (kapitaalslasten) als de kosten in de operationele fase (bedrijfsvoering) berekend worden. Daarnaast kan het gebruik van bijna leeg geproduceerde gasvelden en bestaande pijpleidingen er toe leiden dat minder of geen gas kan worden geproduceerd, wat als kostenpost wordt meegerekend. Bij de CE afweging zullen de kosten van de geselecteerde opties in groter detail worden uitgewerkt.

- Kosten (aanlegkosten en operationele kosten)
- Verloren of verminderde olie- en aardgasopbrengsten

Indien de financiële haalbaarheid waarschijnlijk onhaalbaar is omdat de optie zeer kostbaar is, dan scoort deze een '- -'. Wanneer de optie duur maar haalbaar is krijgt deze een score '-'. Is de optie in oplopende mate financieel aantrekkelijk dan krijgt deze een '0' of een positieve score '+'.

### *Milieu*

Milieu-effecten kunnen optreden bij normale bedrijfsvoering en bij calamiteiten. Onder dit specifieke 'Milieu' criterium wordt gekeken naar de normale bedrijfsvoering. Eventuele effecten bij calamiteiten worden besproken bij het criterium 'Risico', onderstaand.

De CE methode maakt gebruik van een LCA (Life Cycle Analyse) waarmee een breed spectrum aan milieuaspecten in beeld wordt gebracht. Daarmee kunnen de verschillende opties onderling vergeleken worden. Bij de toetsing binnen elk van de clusters van de long list wordt slechts kwalitatief aangegeven welke opties naar verwachting tot meer of minder milieueffecten zullen leiden. Dit is mogelijk omdat er binnen clusters sprake is van vergelijkbare concepten.

- Milieueffecten bij normale bedrijfsvoering (energieverbruik, emissies naar bodem, water en lucht, geluid, effect op natuur, gebruik hulpstoffen, vergravingschade)

Aangezien alle opties uiteindelijk in zekere mate een negatief effect hebben op het milieu, wordt hier een relatieve schaal toegepast, waarbij een positieve score betekent dat er vrij weinig milieueffecten zijn. Lage emissies en een laag energieverbruik scoren goed (+) en hoge emissies scoren slecht '-'. Een oplossing waarbij een langdurige, grootschalige opslag van (chemische) reststoffen in de 'bio-sfeer', het leefmilieu, vereist is scoort dubbel negatief ('- -').

### *Risico*

Het criterium risico geeft een indicatie van ongewenste situaties die kunnen optreden. Dit criterium wordt veel verder uitgewerkt bij de short list opties in de nog uit te voeren toetsing met de CE-methodiek. Op hoofdlijnen is hier al wel een aanduiding voor te geven. Er wordt zowel gekeken naar risico's op korte termijn (gedurende de operationele fase) als op lange termijn, waarbij voor de lange termijn een periode tot ruim na afronding van de operationele fase en afsluiting van de putten wordt bedoeld. Er is specifiek gekeken naar mogelijke risico's voor mens en milieu gerelateerd aan:

- Aardbevingen
- Lekkage pijpleiding
- Lekkage uit reservoir via afdekkend gesteente of injectieput
- Vervuiling / lekkage reststoffen uit stortplaats
- Activiteiten in kwetsbare gebieden (o.a. Natura2000-gebieden)

- Verontreiniging oppervlaktewater / zee

Een oplossing zonder waterinjectie draagt geen aardbevingsrisico maar mogelijk wel een risico van oppervlaktewater vervuiling. Omdat de effecten of gevolgen van alle factoren hierboven onderling niet een-op-een uitwisselbaar zijn worden de effecten eerst individueel en daarna gezamenlijk in een "score" kwalitatief beoordeeld.

Indien risico's bestaan maar de kans van optreden klein is, de gevolgen beperkt zijn en er maatregelen getroffen worden om deze risico's te ondervangen, dan wordt een score '0' gegeven. Indien de kans van optreden wat groter is en de risico's slechts deels met maatregelen ondervangen kunnen worden, maar het effect nog steeds klein of tijdelijk, dan is de score '-'. Indien de kans en het effect van de risico's groter zijn en de risico's slechts deels met maatregelen ondervangen kunnen worden, dan wordt een '- ' gescoord.

### *Draagvlak*

Het draagvlak voor de verschillende opties is een lastig te duiden fenomeen. Met het verstrijken van de tijd kan draagvlak toe- of afnemen. Onbekendheid met de technieken en oplossingen die samenhangen met het oliewinningsbedrijf maken draagvlak mede afhankelijk van interpretatie van niet-gerelateerde incidenten elders. Het draagvlak kan van regio tot regio en van gemeente tot gemeente verschillen. Om meer grip te krijgen op dit element wordt daarom gekeken naar factoren die samenhangen met de vragen en zorgpunten uit de samenleving. Bijlage 1 gaat nader in op de geformuleerde zorgpunten en de wijze waarop deze in de afweging worden meegenomen.

In de onderstaande tabel is aangegeven hoe de scores met plussen en minnen tot stand komt per beoordelingscriterium.

Criteria	++	+	0	-	--	X	Grijs
<b>Technisch</b>	Bewezen techniek, robuust voor variaties in waterkwaliteit, onderhoud en storingen	Bewezen techniek bij vergelijkbare omstandigheden	Bewezen techniek op kleine schaal of andere omstandigheden	Onzekerheden voor ontwerp, moet nader uitgezocht worden	Veel onzekerheden vragen detail onderzoek, niet duidelijk of optie haalbaar is	Technisch niet haalbaar	Alleen haalbaar i.c.m. andere opties vanwege beperkte verwerkingscapaciteit
<b>Planning</b>		Naar verwachting realiseerbaar binnen 2 jaar	Naar verwachting realiseerbaar binnen 4 jaar	Verwachte realisatietijd langer dan 4 jaar			
<b>Beleid</b>		Past binnen bestaand beleid en/of heeft de voorkeur binnen dit beleid	Beleidsmatige wijzigingen nodig, maar geen significante belemmeringen verwacht	Beleidsmatige belemmeringen kunnen optreden, noodzaak gronden beschikbaar te krijgen (voor transportleiding)	Grote beleidsmatige belemmeringen verwacht en ongewenste gevolgen (zoals veel restproduct)	Niet haalbaar omdat het beleidsmatig niet is toegestaan	
<b>Financieel</b>		Financieel haalbaar	Financieel waarschijnlijk haalbaar, maar wel kostbaarder	Financieel mogelijk niet haalbaar	Financiële haalbaarheid onwaarschijnlijk, zeer kostbaar	Financieel zeker niet haalbaar	
<b>Milieu</b>	Gebruik huidige faciliteiten, bijna geen aanvullende milieubelasting	Lage emissies, weinig energieverbruik, weinig vergraving	Middelmatige emissies en energieverbruik, en/of veel vergraving voor nieuwe leidingen	Hoge emissies en energieverbruik, en evt. vergraving	Hoge emissies en energieverbruik, langdurige grootschalige opslag restproducten	Niet haalbaar vanwege onaanvaardbare milieu-impacts	
<b>Risico</b>		Risico's op seismiciteit, lekkage en/of vervuiling zijn bijna uitgesloten	Risico's op seismiciteit, lekkage en/of vervuiling zijn beperkt aanwezig en er zijn maatregelen om deze risico's te ondervangen	Risico's op seismiciteit, lekkage en/of vervuiling zijn aanwezig en kunnen slechts deels met maatregelen ondervangen worden	Risico's op seismiciteit, lekkage en/of vervuiling zijn groot en kunnen slechts deels met maatregelen ondervangen worden	Niet haalbaar vanwege onaanvaardbare risico's	

### 3. Selectie meest kansrijke optie per cluster

Zoals beschreven, omdat de opties niet eenvoudig met elkaar vergeleken kunnen worden is er voor gekozen om de soms totaal verschillende oplossingen op de long list in clusters onder te brengen. Per cluster wordt de meest kansrijke optie geselecteerd. Daarvoor zijn de opties getoetst op de eerder beschreven criteria.

De scores zijn binnen een cluster onderling vergelijkbaar. Bijvoorbeeld indien een optie een '-' scoort op techniek, kan dit alleen vergeleken worden met de score op techniek van andere opties binnen hetzelfde cluster. Er is geen generieke maatstaf beschikbaar of ontwikkeld welke van toepassing is voor alle opties. De milieueffecten en risico's van totaal verschillende technische oplossingen zijn niet eenvoudig onderling vergelijkbaar. Door de enigszins vergelijkbare opties te clusteren wordt het wel mogelijk om verschillen en voor- en nadelen inzichtelijk te maken. De beste optie per cluster wordt geselecteerd en op de shortlist geplaatst voor nadere evaluatie met de CE methodiek. Deze methodiek is speciaal ontwikkeld om de zeer verschillende milieu-impacts toch tegen elkaar af te kunnen wegen. Omdat er uit elk cluster 1 optie wordt geëvalueerd met de CE methodiek kan het hele spectrum van alle mogelijke oplossingen worden behouden.

#### **Thema 1 – Zuivering en lozing op oppervlakte water, zonder injectie van reststroom**

In dit thema worden de verschillende opties besproken waarbij het productiewater niet meer in de diepe ondergrond wordt geïnjecteerd, maar (voor)gezuiverd en daarna geloosd of hergebruikt.

Binnen dit thema wordt onderscheid gemaakt in twee typen oplossingen:

- Opties om water te zuiveren van mijnbouwhulpstoffen en enkele andere omgevingsvreemde stoffen en het schone zoute water daarna te lozen op de zee;
- Opties om water te zuiveren en schoon zoet water te lozen op oppervlaktewater of te hergebruiken.

#### **Cluster: Lozing van schoon zout water op zee**

Er zijn drie opties waarbij waterlozing op zee plaatsvindt. Lozing kan plaatsvinden op verschillende locaties, zoals de Eemshaven of op de Eems. Deze drie opties vergen een waterzuivering nabij de OBI, die technisch goed realiseerbaar is (+). Op dit criterium is er geen onderscheid tussen de opties te maken.

Planning is hier eveneens niet onderscheidend, aangezien de realisatietermijn voor elk van de opties als relatief lang wordt ingeschat (score '-').

Beleid is hier wellicht het belangrijkste onderscheidende criterium, vooral met betrekking tot de kwetsbaarheid van het ontvangende waterlichaam. Indien kan worden aangesloten op een lozingspunt bij Spijk in de Eems, via een bestaande vergunde situatie, scoort dit op beleid positief (+). Een nieuwe lozing bij de Eemshaven wordt niet als onmogelijk gezien, maar het verkrijgen van een vergunning hier is zeer onzeker (score '-').

Financieel is niet bijzonder onderscheidend, aangezien net als in alle andere opties een zuivering gebouwd moet worden evenals een lange transportleiding (score '-'). Ter onderscheid is de route in de derde optie naar de Eems financieel iets aantrekkelijker vanwege een kortere transportleiding en daarom is deze optie met een score 0 weergegeven.

Het aspect milieu scoort voor alle drie de opties neutraal (score 0), omdat de waterzuivering relatief veel energie vraagt en bij de aanleg van transportleidingen veel bodem vergraven zal worden.

De belangrijkste risico's bij deze opties bestaan uit mogelijke lekkage van de transportleiding en mogelijke verontreinigingen die onbedoeld in het gezuiverde water voorkomen en na lozing het zeemilieu verstoren. Lozing op de Eemshaven geeft vanwege de nabijheid van de Waddenzee een verhoogd risico bij calamiteiten. Om dit te voorkomen kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van een bufferzone met rietvelden. Daarnaast is de optie meegenomen, waarbij waterlozing plaatsvindt bij een bestaand lozingspunt bij Spijk in de Eems. In geval van een onbedoelde lozing geeft het beperkte en tijdelijke effecten, vandaar de score van '-'. Bij gebruik van rietvelden is ter onderscheid een score van 0 gegeven aangezien hier het water voor lozing in rietvelden gecontroleerd kan worden, zodat de aanvoer tijdig kan worden stopgezet.

### **Zorgpuntenafweging tussen verschillende opties**

Doordat de drie opties uit vergelijkbare componenten zijn opgebouwd, komen dezelfde zorgpunten aan bod. Dit heeft vooral betrekking op:

- mogelijke grondwaterverontreiniging in het geval van een lekkage in de transportleiding. Het transport van (schoon) zout water over lange afstand kan daarom weerstand oproepen. Daar waar mogelijk dient de route kwetsbare gebieden (zoals natuurgebieden) te vermijden.
- het lozingspunt in de zee, waarbij rekening gehouden moet worden met gevoeligheden bij het kwetsbaar zeemilieu. Onder normale omstandigheden vindt lozing plaats binnen de gestelde normen, maar er is altijd een risico dat de waterzuivering tijdelijk onvoldoende functioneert, zoals bij storingen.
- Doordat bij deze opties geen injectie van water in de diepe ondergrond plaatsvindt, komen de zorgpunten die hier betrekking op hebben bij deze opties te vervallen.

De zorgpunten gelden voor alle drie de opties in vergelijkbare mate.

### **Cluster; Lozing van schoon zoet water op oppervlaktewater of hergebruik met zout als restproduct**

Hier zijn eveneens drie opties waarbij het productiewater geheel gezuiverd wordt, met als resultaat schoon zoet water en een grote hoeveelheid zout restmateriaal:

- I. De waterzuivering kan worden gecombineerd met de bestaande waterzuivering voor ultra-puur water van NieuWater in Emmen. Het productiewater kan dan als puur water weer gebruikt worden voor stoomproductie, waarmee een retourstroom ontstaat naar

het reservoir. Het aanpassen van de huidige waterzuivering is echter technisch moeilijk, omdat deze is geoptimaliseerd in de samenwerking met de bestaande Rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI).

- II. Nieuwbouw ter plaatse van de OBI is makkelijker te realiseren dan een combinatie met de bestaande zuivering door NieuWater. Met betrekking tot een dergelijke nieuwbouw zijn er 2 opties, afhankelijk van het restproduct:
  - a. Zuivering van het restproduct tot schoon, gemengd zout
  - b. Geen zuivering van het restproduct met oplevering van vervuild zout

Alle drie de opties zijn technisch mogelijk, zowel de zuivering van het water als de opslag van het restproduct, maar de grote hoeveelheid restproduct, waarvoor geen goede gebruiker of afnemer in beeld is, resulteert voor alle drie de opties in een technische score van ‘- - ‘ vanwege de additioneel benodigde grootschalige, lange termijn opslag. Dit geldt ook voor de productie van schoon, gemengd zout. Na gesprekken met een logische potentiële afnemer bleek dat hier momenteel geen interesse voor is.

De planning is eveneens niet onderscheidend, gezien de te verwachten lange periode bij de ontwikkeling van een waterzuivering (score ‘-’).

Het meest onderscheidend is hier het criterium beleid, waarbij het concept met een relatief schoon restproduct dat mogelijk herbruikbaar is (score ‘0’), de voorkeur heeft boven de productie van een gemengd restproduct waar geen toepassing voor mogelijk lijkt (score ‘- -’).

Financieel is binnen het cluster niet echt onderscheidend, aangezien in alle opties een extra zware en kostbare zuivering gebouwd moet worden en een restproduct ontstaat waarvoor geen duidelijke toepassing is (score ‘- -’).

Op het gebied van milieu heeft dit cluster een grote negatieve impact vanwege het hoge energiegebruik, de hoge emissies en de diverse reststromen die ontstaan. Er ontstaat pas onderscheid op basis van de kwaliteit van het restproduct. De grote hoeveelheid restproduct geeft op zichzelf al een negatieve milieuscore (-), waarbij vanwege de samenstelling van het restproduct deze optie nog lager scoort (‘- -’).

Het risico van deze opties is dat het restproduct vroeger of later in het milieu komt en tot ernstige verstoring leidt. Dit is meteen een lange termijn probleem en vandaar dat de score als een ‘- -’ is gegeven. Dit treedt mogelijk niet op bij relatief schoon, gemengd zout, indien hier op termijn een toepassing voor gevonden kan worden (score 0).

Samenvattend; zuivering waarbij er naast schoon zoet water een potentieel bruikbaar eindproduct van relatief schoon zout resteert, scoort beter op risico, milieu en beleid.

Vooraf de wijze waarop wordt omgegaan met de grote hoeveelheid reststoffen (vooral het gemengde zout) kan leiden tot problemen op het gebied van draagvlak. Voor de afvoer zullen veel vrachtwagens, in de orde van grootte van 10 tot 20 truckladingen dagelijks moeten rijden, maar mogelijk aanzienlijk meer afhankelijk van de mate waarin het zout gedroogd is. Tot 2040 wordt een totaal zoutvolume van grofweg 1,3 miljoen m<sup>3</sup> (ofwel een volume van ongeveer 110 bij 110 bij 110 meter, indien kurkdroog zout) geproduceerd (uitgaande van een constante productie van 300 ton per dag). Als variant geldt het lokaal opslaan van dit zout in

een speciaal daarvoor aangelegd depot, met risico's dat het op de lange termijn in het lokale milieu belandt.

### Zorgpuntenafweging tussen verschillende opties

De drie opties hebben allemaal betrekking op een waterzuivering, lozing van schoon water en de verwerking van het vaste restproduct. Per onderdeel kunnen er zorgpunten zijn:

- De waterzuivering bestaat uit een zichtbare installatie, mogelijk met effecten op geluid en licht, en zal daarmee een verstorend effect in de omgeving vormen.
- De lozing van relatief grote volumes zoet water op het oppervlaktewatersysteem zal mogelijk aanpassingen vragen voor het waterschap. Indien de waterzuivering niet optimaal functioneert, kan dit leiden tot toevoeging van gebiedsvreemde stoffen aan het oppervlaktewater.
- In elk van de drie opties komt er een grote hoeveelheid zout materiaal vrij dat verwerkt dient te worden. Dit zal gezien de omvang kunnen leiden tot overlast, bij de afvoer van de vaste stof en bij de opslag. In het geval van lokale opslag ontstaat naar verwachting een vrij grote en zichtbare zoutberg. Daarbij is er tevens een zorgpunt van lekkage van zout water naar de ondergrond.
- Doordat bij deze opties geen injectie van water in de diepe ondergrond plaatsvindt, komen de zorgpunten die hier betrekking op hebben bij deze opties te vervallen.

Het verschil tussen de opties op het gebied van zorgpunten is vooral gelegen in de locatie waar de waterzuivering wordt gerealiseerd. Verstoring van de omgeving zal afhankelijk van de inpassing groter of kleiner zijn, maar is op voorhand niet onderscheidend tussen de locaties.

Code	Thema 1 - Zuivering en lozing, zonder injectie van reststroom	Technisch	Planning	Beleid	Financieel	Milieu	Risico
<b>Cluster: Lozing van schoon zout water op zee</b>							
1A	Zuivering op OBI, transport naar rietvelden en lozing zout water bij Eems-gebied	+	-	-	-	0	0
1B	Zuivering op OBI, transport en directe lozing zout water bij Eemsgebied (zonder rietvelden)	+	-	-	-	0	-
1C	Zuivering op OBI, transport naar derde in het noorden voor transport en lozing zout water	+	-	+	0	0	-
<b>Cluster: Lozing van schoon zoet water op oppervlaktewater of hergebruik met zout als restproduct</b>							
1D	Zuivering op OBI van zout en hulpstoffen en lozing zoet water op oppervlaktewater. Hergebruik schoon zout.	--	-	0	--	-	0
1E	Zuivering op OBI van zout en hulpstoffen en lozing zoet water op oppervlaktewater. Afvoer vervuild zout.	--	-	--	--	--	--
1F	Retour Nieuwater. Zuivering gevolgd door hergebruik water en afvoer van vervuild zout.	--	-	--	--	--	--

## Thema 2 – Zuivering en lozing van schoon zoet water op oppervlakte water, met injectie van geconcentreerde reststroom

In dit thema worden de verschillende opties besproken waar het productiewater wordt gescheiden in verschillende stromen. Dit thema bestaat uit een enkel cluster. Er ontstaat een schone waterstroom, die, na verdere zuiveringsstappen in de Ultra-Puur Water fabriek van NieuWater, kan worden hergebruikt voor stoominjectie of meteen geloosd wordt op het oppervlaktewater. Er wordt gekeken naar zuivering van toegevoegde stoffen tot het huidige vergunningsniveau of tot het technisch laagst haalbare niveau. Ook ontstaat een geconcentreerde reststroom met kleiner volume, die wordt geïnjecteerd in geschikte velden.

Er zijn in dit cluster drie opties benoemd, met verschillen in de mate en wijze van waterzuivering.

- I. Er is een optie bekeken waarbij de waterzuivering plaatsvindt bij NieuWater, in combinatie met de bestaande zuivering (2A).
- II. Er zijn verder twee opties gedefinieerd waarbij een nieuwe waterzuivering gebouwd wordt ter plaatse van de OBI.
  - a. (2B) Een optie waarbij een beperkte reststroom met hogere concentraties (brijn) weer in het Schoonebeek oliereservoir kan worden teruggebracht. Het blijkt dat dit om veel redenen technisch een erg moeilijke oplossing is, mede omdat als gevolg hiervan de druk in het oliereservoir snel toeneemt en daarmee de stoominjectie en als gevolg hiervan de oliewinning sterkt negatief wordt beïnvloed. Technisch lijkt deze optie daarmee niet haalbaar.
  - b. (2C) Een optie waarbij een beperkte reststroom met hogere concentraties (brijn) wordt geïnjecteerd in een van de bestaande waterinjectielocaties.

Bij deze opties geldt dat technisch de beste optie bestaat uit een nieuwe zuivering bij de OBI, met waterinjectie in een leeg gasveld (score +). Dezelfde optie maar dan gerealiseerd bij NieuWater en in combinatie met de bestaande NieuWater zuivering is mogelijk maar technisch complex (score '-'). Terugbrengen van het productiewater in de flanken van het Schoonebeek olieveld is complex door de hoge drukopbouw die hierdoor ontstaat in het reservoir (score '- - ') en de benodigde aanleg van een compleet waterinjectie pijplijn netwerk samen met nieuw te boren putten voor de injectie van het water.

De planning is niet onderscheidend aangezien voor alle opties een zuivering gebouwd dient te worden (score '-').

Beleidsmatig worden de opties als haalbaar gezien, met een positieve score voor herinjectie in het Schoonebeekveld, vanuit de gedachte dat het productiewater bij voorkeur terug gaat naar het reservoir waar het ook uit afkomstig is, score '+'.

Alle opties zijn financieel relatief duur door de te bouwen waterzuivering, score '-'. De optie 2a is echter aanzienlijk duurder omdat veel extra kostbare aanpassingen nodig zijn in het Schoonebeek olieveld (extra boringen en leidingnetwerk) en waarbij waarschijnlijk de olieproductie ernstig wordt gehinderd.



De eerste optie met hergebruik van water bij NieuWater scoort iets beter op milieu (score 0), dan de zuivering en waterinjectie opties (score '-'), omdat zuivering bij NieuWater minder energie vergt (er ontstaat dan ook een grotere reststroom).

Deze drie opties hebben relatief weinig risico's, mede omdat de zuivering en waterinjectie nabij het Schoonebeekveld plaatsvinden.

### Zorgpuntenafweging tussen verschillende opties

De opties binnen dit cluster hebben dezelfde zorgpunten als bij de waterzuivering en schoon waterlozing. Daarnaast zijn er zorgpunten in relatie tot watertransport en de waterinjectie.

- De waterzuivering bestaat uit een zichtbare installatie, mogelijk met effecten op geluid en licht, en zal daarmee een verstrend effect in de omgeving vormen.
- De lozing van relatief grote volumes zoet water op het oppervlaktewatersysteem zal mogelijk aanpassingen vragen voor het waterschap. Indien de waterzuivering tijdelijk niet optimaal functioneert, kan dit leiden tot toevoeging van gebiedsvreemde stoffen aan het oppervlaktewater.
- Het brijn wordt getransporteerd vanaf de waterzuivering naar een injectielocatie. Tijdens het transport is er mogelijke grondwaterverontreiniging in het geval van een lekkage in de transportleiding. Het transport van zout water kan daarom weerstand oproepen. Daar waar mogelijk dient de route kwetsbare gebieden (zoals natuurgebieden) te vermijden.
- Bij waterinjectie gelden de zorgpunten met betrekking tot de chemische samenstelling van het te injecteren water, zorgen met betrekking tot het lekvrij zijn van de injectieputten en de ondergrondse structuren met zorgen over de gevolgen in de ondiepe ondergrond, mogelijke oplossing van zoutlagen in de diepe ondergrond met bodemdaling tot gevolg, en tot slot zorgen om seismische activiteit.
- Bij deze opties zijn zowel de zorgpunten vanuit watertransport, waterlozing en waterinjectie relevant. Geen van deze zorgpunten vervallen op voorhand.

Deze zorgpunten gelden voor alle de opties. Bij herinjectie Schoonebeek zal de transportafstand relatief klein zijn, wat als gunstig gezien kan worden. De waterinjectie in het Schoonebeek olieveld kan als ongunstiger gezien worden, door de hogere druk die daarmee ontstaat in de ondergrond.

Code	Thema 2 – Zuivering met injectie van reststroom in reservoirs	Technisch	Planning	Beleid	Financieel	Milieu	Risico
2A	Retour Nieuwater. Zuivering gevolgd door hergebruik 2000 m3/d en injectie van 6000 m3/d brijn in Drenthe of Twente.	-	-	0	-	0	0
2B	Zuivering op OBI gevolgd door lozing 6000 m3/d en injectie van 2000 m3/d brijn .in Drenthe of Twente	+	-	0	-	-	0
2C	Zuivering op OBI gevolgd door lozing 6000 m3/d en injectie van 2000 m3/d brijn terug in olieveld Schoonebeek West.	--	-	+	--	-	0

### Thema 3 – injectie van het volledige water volume, eventueel met zuivering

Bij alle opties wordt ook gekeken naar zuivering van toegevoegde stoffen tot het huidige vergunningsniveau of tot het technisch laagst haalbare niveau. Het zout blijft achter in het water. Binnen dit thema wordt onderscheid gemaakt in twee clusters:

#### Cluster: Injectie alleen in Twente

Indien alleen waterinjectie in Twente kan plaatsvinden, dan blijkt met de kennis van nu dat er onvoldoende opslagruimte is om al het productiewater tot het einde van het project te kunnen injecteren. Herziene berekeningen geven aan de totale direct beschikbare capaciteit nog circa 37 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt. Deze opslagcapaciteit zou met nieuwe vergunningen en technische aanpassingen uitgebreid kunnen worden tot maximaal 50 miljoen m<sup>3</sup>. De opslagcapaciteit in Twente is daarom onvoldoende om al het productiewater te injecteren. Het verwachte maximaal benodigde opslagvolume is namelijk circa 75 miljoen m<sup>3</sup>. Daarom scoren deze opties grijs op **technisch**. Deze opties kunnen wel uitgevoerd worden in combinatie met andere opties. Daarnaast kan zonder andere aanpassingen ook maar een beperkt watervolume door de gerepareerde buis, de pipe-in-pipe, stromen, waardoor de olieproductie met gebruikmaking van alleen de pipe-in-pipe oplossing niet op volledige capaciteit kan plaatsvinden.

Wat betreft planning scoren de opties gelijk ('+'), omdat de pipe-in-pipe in beide gevallen relatief snel geïnstalleerd kan worden, waardoor olieproductie gelijktijdig kan starten. De optie waarin alleen een pipe-in-pipe wordt aangebracht scoort beter op beleid, financieel en milieu omdat dit tot minder beleidsmatige wijzigingen, kosten en vergravingschade leidt dan wanneer parallel ook een nieuwe pijpleiding aangelegd wordt. Wat betreft risico scoren de opties gelijk.

Beide opties geven onvoldoende wateropslagcapaciteit voor het gehele project. De tweede optie met een extra transportleiding biedt echter de mogelijkheid om langere termijn in Schoonebeek volle olieproductie te realiseren en heeft daarom de voorkeur.

#### Cluster: Injectie op andere locaties eventueel in combinatie met Twente-locaties

In dit cluster worden opties besproken waarbij injectie buiten Twente plaatsvindt, eventueel in combinatie met injectie in de Twentevelden. Potentieel realiseerbare opties voor waterinjectie bevinden zich in oude, kleine gasvelden in Twente, Drenthe en Groningen. In Drenthe wordt onderscheid gemaakt tussen de velden in de directe omgeving van Schoonebeek (Zuidoost Drenthe) en de overige Drenthevelden. Bij de Groningenvelden is ook nog speciaal gekeken naar de mogelijkheid om aan te sluiten bij de bestaande waterinjectie in Borgsweer, dat een onderdeel is van het grote Groningen veld.

Uit de verschillende scores blijkt dat de meeste opties in principe technisch goed mogelijk zijn (score '+'), waarbij de combinatie van gelijktijdige injectie in Twente- en Drenthevelden het beste scoort (score '++') aangezien bij het tijdelijk niet kunnen injecteren in één van de locaties, de olieproductie kan doorgaan met injectie in de andere locatie. De injectie alleen in Schoonebeek Diep scoort 'grijs' op technisch omdat hier niet het volledige productiewatervolume opgeslagen kan worden. Injectie in Olieveld Schoonebeek is technisch

niet haalbaar, omdat dit in combinatie met stoominjectie tot te hoge reservoirdruk leidt, waardoor de olieproductie niet meer plaats kan vinden (score: 'X'). 3. Aansluiten bij de waterinjectie in Borgsweer is technisch lastig (score '-') omdat dan de bestaande waterinjectie-capaciteit daar sterk moet worden uitgebreid en er een lange transportleiding benodigd is.

De planning geeft aan dat bij opties waarbij de waterinjectie in de Twentevelden gecombineerd wordt met injectie elders op korte termijn uitvoerbaar is (score '+'), terwijl bij het stopzetten van de injectie in Twente en overstappen naar andere injectievelden er meer tijd nodig is om de voorzieningen en putten gereed te maken (score '-').

Beleidsmatig worden opties waarbij waterinjectie in Twente wordt gecombineerd met injectie op andere locaties neutraal gescoord, aangezien er een bestaande vergunning voor Twente is (score '0'), hoewel deze optie vanuit de regio kritisch bekeken wordt. Voor geheel nieuwe injectielocaties in Twente wordt voornamelijk een score '-' aangehouden, er van uitgaand dat ook hier discussie zal ontstaan tijdens de vergunningen aanvraagprocedure. In dat geval dient het volledige productiewatervolume elders in Drenthe en Groningen geïnjecteerd te worden, waardoor beduidend meer nieuwe, vaak veel kleinere velden vergund moeten worden voor waterinjectie.

Financieel is de optie met waterinjectie in Twente en Drenthe samen onderscheidend (score '0'), omdat hiervoor de minste aanpassingen nodig zijn. Hoewel waterinjectie alleen in Schoonebeek Diep minder kost ('+') is deze optie niet geschikt om het totale volume van het productiewater te bergen. Bij voortzetting in Twente zal een nieuwe transportleiding extra kosten opleveren (score '-'). Bij de overige opties moeten alle installaties worden aangepast en is een relatief lang nieuw transportnetwerk nodig (score '- -').

Geen van deze opties heeft een sterke negatieve invloed op het milieu, omdat relatief weinig emissies worden veroorzaakt met een relatief laag energieverbruik. Om toch onderscheid aan te brengen tussen de verschillende injectievarianten, scoort het gebruik van de Twente en Drenthevelden '++', omdat dit tot de minste vergravingschade leidt. Het geheel overschakelen op velden buiten Twente leidt tot meer effecten van vergraving. Tevens leiden langere transportafstanden tot een hoger het pomp-energieverbruik (aangeduid met relatief lagere score '+' of '0').

Bij de waterinjectie opties zijn de mogelijkheid van aardbevingen of lekkage uit het reservoir de belangrijkste risico's. Om dit te voorkomen zijn de putten en velden zodanig gekozen dat er geen aardbevingen of lekkage meer worden verwacht. Mocht zich onverhoopt toch een incident voordoen in 1 of meer van de reservoirs, dan zijn er bij de opties voldoende andere putten en velden om de waterinjectie over te nemen. Daarom is er een score '0' aangehouden.

#### **Zorgpuntenafweging tussen verschillende opties**

Bij de waterinjectie opties zijn veel zorgpunten benoemd. Er zijn zorgen over de transportleiding, de mogelijkheid dat het productiewater uit de diepe ondergrond naar

ondiepere lagen stroomt of zelfs naar het oppervlaktewater. Tevens zijn er zorgen met betrekking tot mogelijke oplossing van zoutlagen en mogelijke aardbevingen.

- Het productiewater wordt getransporteerd vanaf de OBI naar een injectielocatie. Tijdens het transport is er mogelijke grondwaterverontreiniging in het geval van een lekkage in de transportleiding. Het transport van zout water over lange afstand kan daarom weerstand oproepen. Daar waar mogelijk dient de route kwetsbare gebieden (zoals natuurgebieden) te vermijden.
- Bij waterinjectie gelden de zorgpunten met betrekking tot de chemische samenstelling van het te injecteren water, zorgen met betrekking tot het lekvrij zijn van de injectieputten en de ondergrondse structuren met zorgen over de gevolgen in de ondiepe ondergrond, mogelijke oplossing van zoutlagen in de diepe ondergrond met bodemdaling tot gevolg, en tot slot zorgen om seismische activiteit.
- Bij deze opties vindt geen lozing plaats van zoet of zout water op oppervlaktewater. De hieraan gerelateerde zorgpunten komen bij deze opties te vervallen.

De zorgpunten ten aanzien van watertransport gelden voor alle opties. Ten aanzien van de waterinjectielocaties worden de zorgpunten als randvoorwaarden meegenomen. Dat betekent dat reservoirs worden geselecteerd waarin geen aardbevingen worden verwacht, putten in beeld komen die technisch in orde zijn en reservoirs met geschikte afdekkende lagen.

Code	Thema 3 – injectie van het volledige watervolume	Technisch	Planning	Beleid	Financieel	Milieu	Risico
3A	Waterinjectie alleen in Twentevelden (Pipe in Pipe)		+	+	+	++	0
3B	Waterinjectie alleen in Twentevelden (Pipe in Pipe + nieuwe pijpleiding)		+	0	0	+	0
<b>Cluster: Injectie op andere locaties evt. i.c.m. Twente</b>							
3C	Waterinjectie in het gasveld Schoonebeek Diep		+	0	+	++	0
3D	Waterinjectie terug in Olieveld Schoonebeek	X					
3E	Waterinjectie in Twentevelden (Pipe in Pipe + nieuwe pijpleiding), gevolgd door ZO Drenthevelden	+	+	0	-	+	0
3F	Waterinjectie gelijktijdig in Twentevelden (Pipe-in-pipe ) en in ZO Drenthevelden	++	+	0	0	++	0
3G	Waterinjectie in de ZO Drenthevelden	+	-	-	--	+	0
3H	Waterinjectie in de Drenthe- en kleine Groningenvelden	+	-	-	--	0	0
3I	Waterinjectie in Borgsweer (Groningenveld)	-	-	-	--	0	0

## Thema 4 – Overige opties

Dit zijn de opties waarvan in een vroeg stadium duidelijk werd dat deze hoogstwaarschijnlijk niet haalbaar zijn.

In de onderstaande tabel zijn opties aangegeven die wel beperkt zijn uitgewerkt maar uiteindelijk technisch of beleidsmatig niet haalbaar zijn gebleken. Dat komt mede doordat een deel van de opties afhankelijk is van samenwerking met derden, partijen die uiteindelijk geen mogelijkheden zien of nadrukkelijk geen samenwerking wensen.

Bij de samenwerking met Duitsland staat nog een vraagteken. Het Schoonebeek olieveld bevindt zich voor een groot deel op Duits grondgebied. Ook in Duitsland wordt olie gewonnen en wordt productiewater verwerkt en geïnjecteerd in de diepe ondergrond. In verkennende gesprekken bleek in eerste instantie een omgekeerde vraag naar beschikbare reservoirs het geval, waarbij productiewater uit Duitsland naar Nederland zou worden getransporteerd voor verwerking. Verwerking bij Emlichheim en Rühlermoor blijkt niet mogelijk, maar momenteel wordt een gezamenlijke oplossing voor de in het gebied actieve oliemaatschappijen opnieuw nader verkend (waterinjectie in Duitse Zechstein reservoirs in samenwerking met het West Emsland Consortium). Er zijn sterke aanwijzingen dat om verschillende redenen (waaronder vergunning technisch) productiewater transport naar Duitsland niet haalbaar zal blijken. Opgemerkt wordt dat indien een oplossing mogelijk mocht blijken, de doorlooptijd voor implementatie waarschijnlijk erg lang zal zijn.

### Zorgpuntenafweging tussen verschillende opties

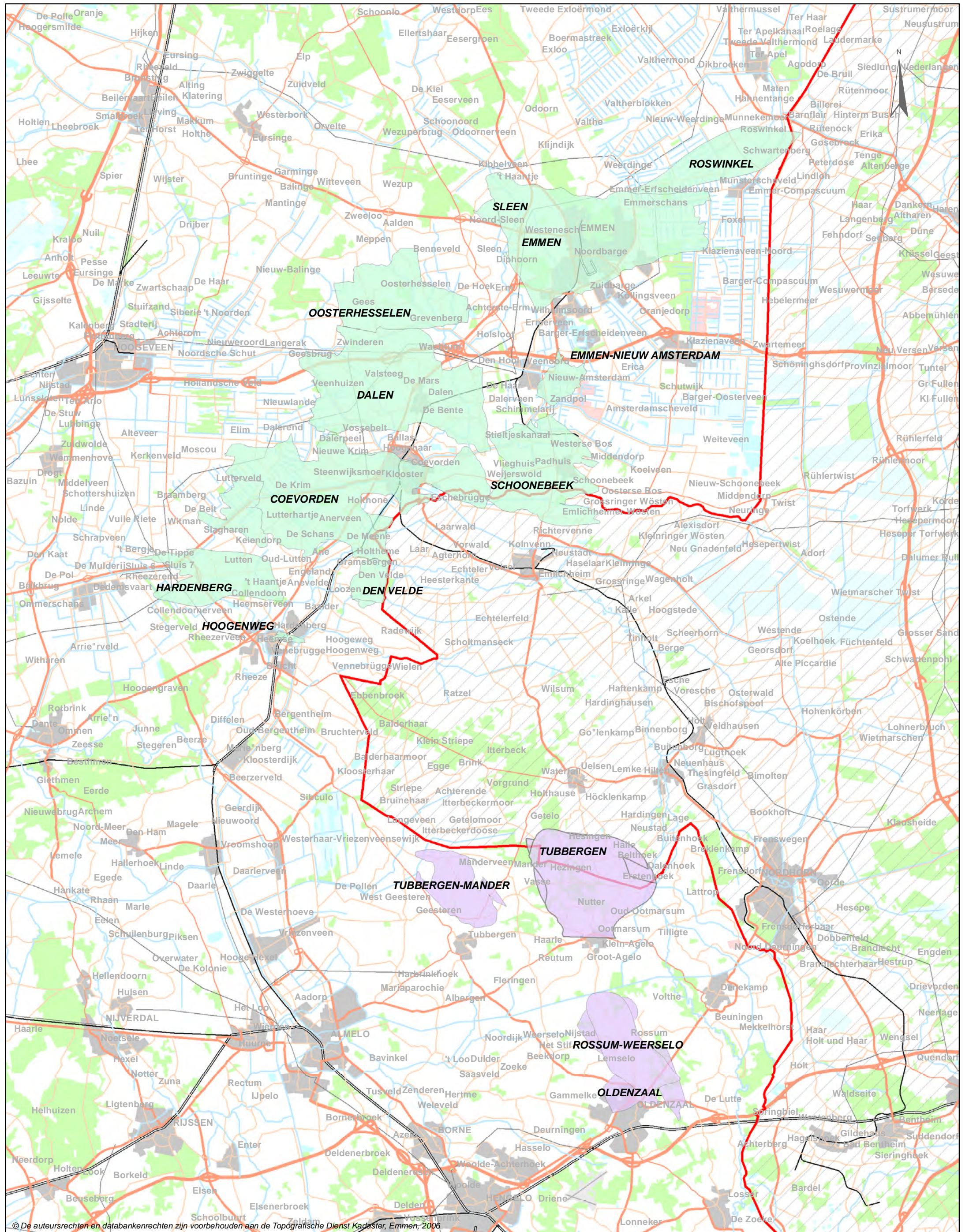
De genoemde opties hebben vergelijkbare zorgpunten met de eerder beschreven opties. Doordat deze technisch of beleidsmatig niet uitvoerbaar zijn, wordt niet verder onderscheid gemaakt tussen verschillende zorgpunten.

Code	Thema 4 - Overige opties	Technisch	Planning	Beleid	Financieel	Milieu	Risico
4A	Zuivering op OBI, Transport naar Waddenzee of Dollard			X			
4B	Zuivering op OBI, Transport naar Noordzee, West Nederland	X					
4C	Afname via Afvalbeheerbedrijf (Andaver of ATM in Zeeland of CMF in Velsen)	X					
4D	Zuivering op OBI, transport van schoon zout naar Zoutfabriek in Drenthe, Overijssel of Friesland	X			X		
4E	Afname via RWZI/AWZI of industriepark (Europark, Emmtec bv) met of zonder voorzuivering	X					
4F	Zuivering op OBI en injectie in Schoonebeek Oost	X					
4G	Zuivering op OBI en injectie in Emlichheim, Duitsland	X		X			
4H	Transport via Pijpleiding naar Ruhlemoor, Duitsland en injectie in potentieel Exxon waterinjectieproject	?		?			
4I	Injectie in aquifers	X		X			X
4J	Zoutcavernes	X					X

## **Bijlage**

### **2. Kaarten**

- 1**      **Overzichtskaart ligging gasvelden in Drenthe en Twente**
- 2**      **Ligging transportleiding van Schoonebeek naar de Twentevelden**
- 3**      **Overzichtskaart leidingen en waterinjectielocaties Twente**
- 4**      **Overzichtskaart gasvelden Drenthe met kwetsbare gebieden**
- 5**      **Bestaande Veenkoloniale Afvalwaterleiding**



© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

**Legenda**

- Drenthe gasvelden
- Nederland
- Duitsland
- Twente gasvelden

Kaart 1

NEDERLANDSE AARDOLIE MIJ.B.V.

Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek

OVERZICHTSKAART GASVELDEN

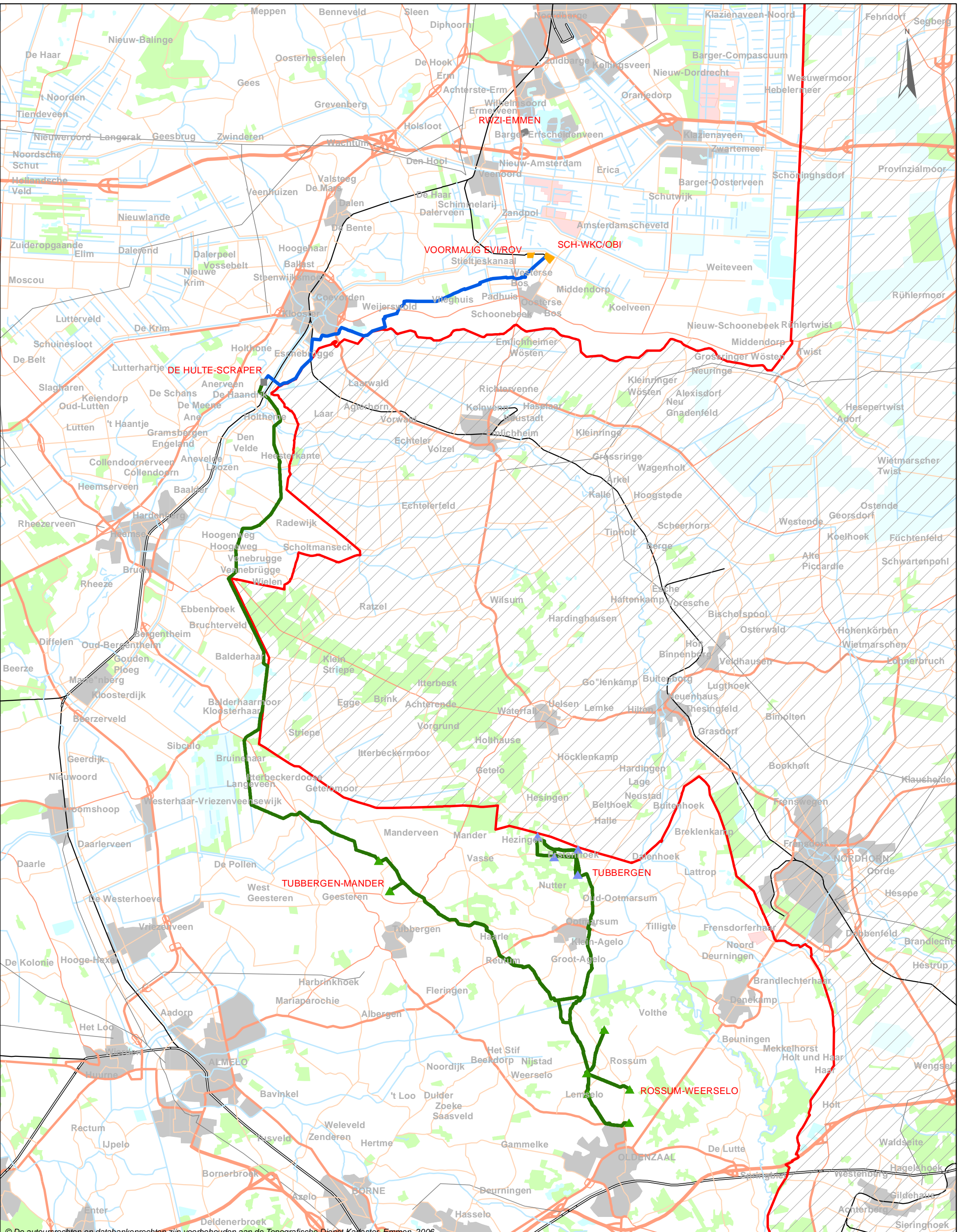
ZO-DRENTHE en TWENTE

Schaal: 1:200,000

Datum: 22-06-2016

Tek. nr.: EP201606208188001





© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

**Legenda**

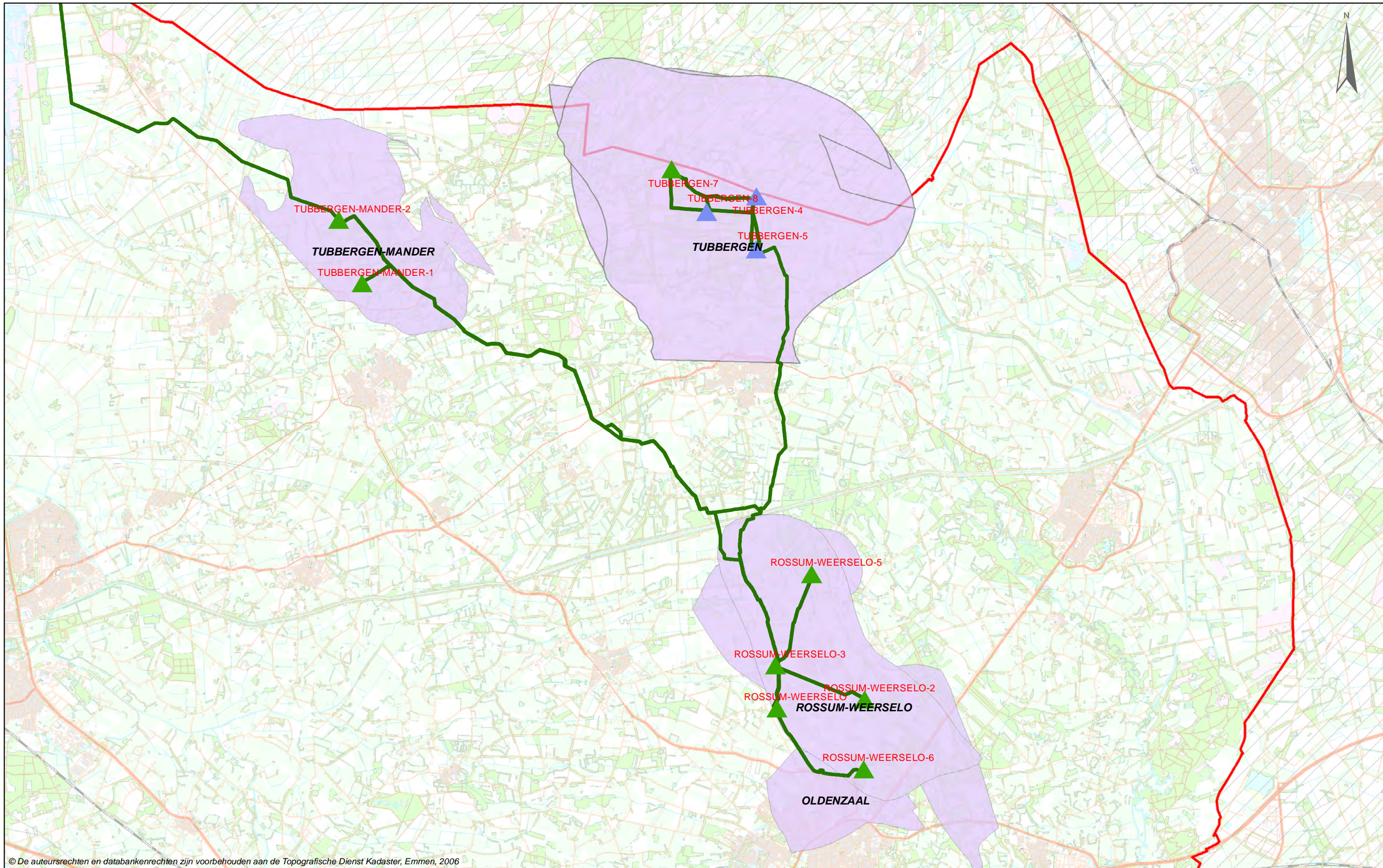
- SCH-WKC/OBI en voormalig EVI/ROV
- Waterafvoerleiding aangelegd 2010
- Waterafvoerleiding bestaand
- Nederland
- Duitsland

Kaart 2 **NEDERLANDSE AARDOLIE MIJ.B.V.**  
 Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek  
**LIGGING TRANSPORTLEIDING VAN SCHOONEBEEK NAAR TWENTEVELDEN**

Schaal: 1:150,000  
 Datum: 22-06-2016 Tek. nr.: EP201606208188002







© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006

**Legenda**

- ▲ Gebruikte waterinjectielocaties
- ▲ Niet gebruikte waterinjectielocaties
- Waterafvoerleiding bestaand
- Twente gasvelden
- Nederland
- Duitsland

Kaart 3

NEDERLANDSE AARDOLIE MIJ.B.V.

Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek

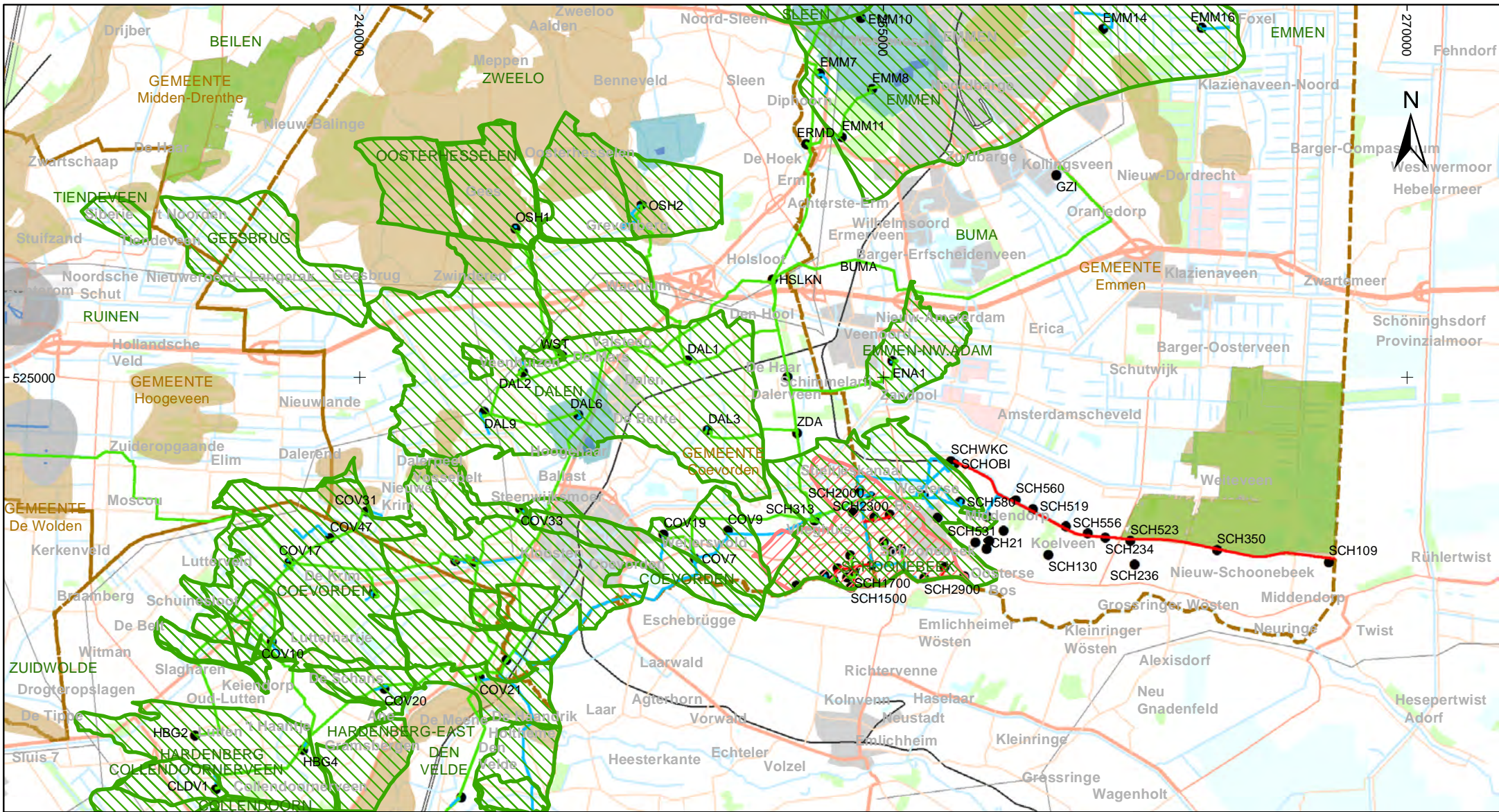
OVERZICHTSKAART LEIDINGEN EN  
WATERINJECTIELOCATIES TWENTE

Schaal: 1:75.000

Datum: 22-06-2016

TeK. nr.: EP201606208188003





**Legenda**

- Gemeente
- Natura 2000
- Provinciaal EHS
- Boringsvrije zone
- Grondwaterbeschermingsgebied
- Waterwingebied
- Oil field
- Gas field

Kaart 4

**NEDERLANDSE AARDOLIE MIJ.B.V.**

Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek

**OVERZICHTSKAART GASVELDEN DRENTE  
MET KWETSBARE GEBIEDEN**

Schaal: 1:150,000








Datum: 22-06-2016

Tek. nr.: EP201606208188004



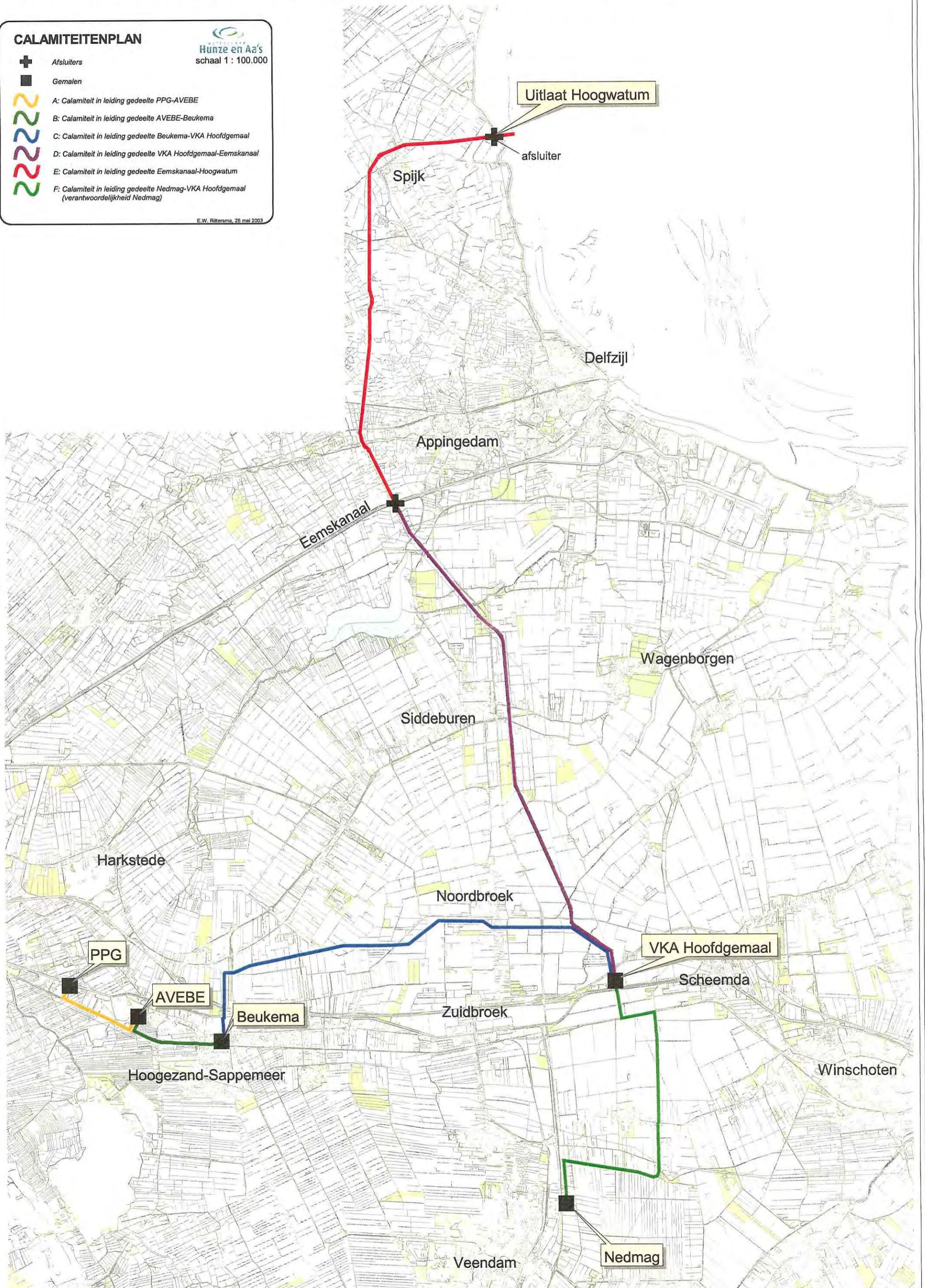
# OVERZICHT VEENKOLONIALE AFVALWATERLEIDING

## CALAMITEITENPLAN

-  Afsluiters
-  Gemalen
-  A: Calamiteit in leiding gedeelte PPG-AVEBE
-  B: Calamiteit in leiding gedeelte AVEBE-Beukema
-  C: Calamiteit in leiding gedeelte Beukema-VKA Hoofdgemaal
-  D: Calamiteit in leiding gedeelte VKA Hoofdgemaal-Eemskanaal
-  E: Calamiteit in leiding gedeelte Eemskanaal-Hoogwatum
-  F: Calamiteit in leiding gedeelte Nedmag-VKA Hoofdgemaal (verantwoordelijkheid Nedmag)

Hunze en Aa's  
schaal 1 : 100.000

E.W. Rittersma, 26 mei 2003



**Bijlage**

**3. Alternatief Stichting Stop  
Afvalwater Twente**

## **Alternatief productiewater, ingebracht door de Stichting StopAfvalwaterTwente**

Alvorens in te gaan op het alternatief dat door de Stichting StopAfvalwaterTwente wordt ingebracht in het evaluatieonderzoek willen wij het volgende hebben opgemerkt: De Stichting is tegen elke vorm van het lozen van afval(water) in het milieu. In onze ogen zou de vervuiler ook de restproducten die bij een productieproces vrijkomen op een ecologisch verantwoorde wijze moeten verwijderen, hergebruiken dan wel niet moeten produceren. De ladder van Lansink is hierbij het uitgangspunt, waarbij zuivering en hergebruik van reststoffen (bijvoorbeeld geschikt maken voor wegeenzout) vooropstaat.

De stichting presenteert toch een alternatief dat niet aan deze criteria voldoet, aangezien uit alle gesprekken met o.a. Minister Kamp van EZ en de directie van de NAM is gebleken dat er alleen alternatieven worden onderzocht die economisch "uit kunnen" en realistisch zijn. Deze opties scoren het beste in het voorlopige rapport van Royal HaskoningDHV en worden daardoor meegenomen in het gehele traject van het evaluatieonderzoek. De doelstelling van de Stichting blijft een zero beleid, waarbij de vervuiler betaald en dumpen in het milieu onverantwoordelijk wordt geacht voor toekomstig generaties en milieu. Het door ons in te brengen alternatief past echter wel in de tweede doelstelling van de Stichting, geen injectie in de Twentse bodem en voldoet daarbij aan de door haar te verantwoorden keuzes aan de bevolking die haar massale steun heeft gegeven aan de stichting middels een breed gedragen petitie (meer dan 30.000 handtekeningen!). Ook kan zij deze keuze verantwoorden aan de lokale en provinciale besturen die gemeenteraad brede moties hebben aangenomen ten aanzien van het stoppen van de injecties in Twente

## **Alternatief Stichting StopAfvalwaterTwente**

### **Injectie in velden onder kleilagen, zo dicht mogelijk bij de bron**

Het alternatief past in het evaluatieonderzoek in thema 3. In thema 3 worden diverse injecties beoordeeld, echter steeds in combinatie met injectie in Twente. In Twente is echter te allen tijde sprake van injectie onder zoutlagen. De Stichting maakt zich grote zorgen over het injecteren onder zoutlagen in verband met de onduidelijkheid bij deskundigen over het wel of niet oplossen van deze zoutlagen en de daarbij behorende risico's. Deze zouden bij het injecteren onder kleilagen niet aanwezig zijn. Ook het tussen rapport van Royal HaskoningDHV maakt daar melding van op pagina 23 waarbij ze aangeeft dat er zorgen zijn over het oplossen van het zout en de bodemdaling tot gevolg.

De stichting vindt dat in de afwegingen niet de CE-methodiek wordt toegepast "voorzorgprincipe". Naar de mening van de stichting is dat onterecht. Het voorzorgprincipe is een pijler in het milieubeleid. Het zegt: 'liever een optie met bekende negatieve gevolgen, dan een optie met onbekende gevolgen'. Dit principe is toen der tijd opzij gezet, omdat men de injecties in Twente volkomen risicoloos achtte. Dit blijkt nu, niet alleen volgens de mening van de Stichting, door diverse lekkages een misvatting te zijn. De Stichting vindt dat de CE-methodiek alsnog op het geheel proces van toepassing is en dat met terugwerkende kracht ook naar de huidige injecties bekeken moeten worden volgens de CE-methode (Rapportage: CE-Delft, oktober 2004, "Met water de diepte in").

Bij het alternatief spelen een paar belangrijke uitgangspunten een grote rol. Dit zijn o.a. injectie onder kleilagen, dicht bij de bron en draagvlak. Deze punten vormen een sterke basis voor een keuze voor dit specifieke alternatief. Onderstaand is een lijst weergegeven met de voordelen die op dit alternatief van toepassing zijn. Uiteraard beseft de stichting zich dat er bij deze variant geen sprake is van een zero doelstelling wat wel het uitgangspunt zou moeten zijn boven geldelijk gewin. Bij de toetsingscriteria is aangesloten bij het tussenrapport van Royal HaskoningDHV met enkele uitbereidingen die volgens de Stichting ook gewogen dienen te worden om een goede onderbouwde keuze te kunnen maken. De stichting is groot voorstander om deze optie te combineren met een recirculatiestroom (deelscheiding/zuivering) waarbij de additieven worden hergebruikt voor de oliewinning, zoals deze vlak over de grens in Duitsland wordt toegepast. Navolgend zijn een negental afwegingsgronden door de stichting voor dit alternatief uitgewerkt. Deze afwegingsgronden zullen volgens de Stichting ook meegewogen moeten worden in de toetsing door Royal HaskoningDHV in opdracht door de NAM.

## Afwegingsgronden alternatief Stichting StopAfvalwaterTwente

1. Injectie onder kleilagen
  - a. Door het mogelijk oplossen van zout kunnen er zogenaamde zoutcavernes ontstaan die mogelijk kunnen inzakken, waardoor er bevingen en/of sinkholes kunnen ontstaan. Bij de injectie onder kleilagen kan dit niet plaatsvinden.
  - b. Minder mogelijkheden van contact tussen injectiewater en grondwater (ten behoeve van drinkwaterwinning).
  - c. De velden buiten Twente zijn twee maal zo diep gelegen (tussen de 2.000 en 3.000 meter) dan de Twentse velden (1100 meter), waardoor de PGA bij een beving gering zal zijn. Hierdoor zal er aan het maaiveld een minder groot effect zijn op gebouwen. M.a.w. minder aardbeving gevoelig.
2. Injectie dicht bij de bron
  - a. Minder transportafstand noodzakelijk.
  - b. Minder chemicaliën (additieven) noodzakelijk door geringere transportafstand.
  - c. Lusten en de lasten bij elkaar. In Drenthe is er een directe relatie tussen werk en economie.
  - d. Kleine kans op lekkages doordat er minder appendages en leidingen nodig zijn.
  - e. Minder gemeenten (bestuurders) betrokken.
  - f. Minder grondeigenaren betrokken.
  - g. Niet provinciegrens overschrijdend.
3. Draagvlak
  - a. Maatschappelijk-draagvlak: Op de bijeenkomsten georganiseerd door de NAM en de begeleidingscommissie in Twente en Drenthe was er een duidelijk verschil in de zaal met betrekking tot het draagvlak. In Drenthe wordt al sinds jaar en dag samengewerkt met de NAM, terwijl er in Twente door een grootschalige handtekeningen actie is aangetoond dat er geen draagvlak is onder de bevolking om de huidige afvalwaterinjectie voort te zetten.
  - b. Bestuurlijk-vlak: In Twente zijn op dit moment door en 6-tal gemeenten grotendeels unanieme gemeenteraad brede moties aangenomen tegen de injectie in de Twentse gasvelden. In de bijeenkomst in Drenthe was de Wethouder van Emmen zeer enthousiast en was zelf het injecteren in zijn gemeente bespreekbaar indien de productie maar op snelle wijze werd herstart. Vanuit de zaal was hier geen wanklank te bespeuren op deze uitspraak.
  - c. Ook provinciaal is er sprake van een duidelijk verschil, zo heeft Overijssel een motie aangenomen tegen de injecties en was de gedeputeerde van Drenthe positief over het heropstarten van de fabriek in Drenthe met de daarbij behorende werkgelegenheid.
4. Technisch
  - a. De putten zijn aanwezig en de afstand is geringer, waardoor de technische uitvoerbaarheid haalbaar is.
  - b. NAM heeft ruime ervaring met het injecteren in oude gas/olievelden.
  - c. In de tussenrapportage van Royal HaskoningDHV wordt aangegeven dat alle injecties, ook buiten Twente, in principe technisch goed uitvoerbaar zijn (pagina 21).
  - d. TNO heeft destijds een tweetal onderzoeken naar bodembeweging uitgevoerd bij waterinjectie in het grote Roswinkel-veld. Hierbij is geconcludeerd dat waterinjectie naar verwachting niet zal leiden tot aardbevingen en wordt het vermoeden uitgesproken dat waterinjectie zelfs kan leiden tot een grotere stabiliteit van het reservoir (zoals letterlijk verwoord in de MER 2006, pagina 236).
5. Planning
  - a. Technisch snel realiseerbaar, de injectieputten zijn immers al aanwezig. Wel zullen ze gereed gemaakt moeten worden ten behoeve van de injectie.
  - b. Mogelijk wel een vergunningprocedure, echter door de aanwezigheid van maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak vlot te doorlopen. Wellicht is het injecteren al vergund ten behoeve van de stoominjecties. Daarnaast bestaat er in de wet een mogelijkheid om het proces te versnellen ten behoeve van werkgelegenheidsbevordering.
  - c. Ten opzichte van andere alternatieven in andere thema's is deze optie zeer vlot te realiseren.

6. Beleid
  - a. De injectie in Drentse velden zal mogelijk vergund moeten worden. Hierbij speelt bestuurlijk draagvlak en discussie tijdens de aanvraagprocedure een rol. Echter door de lusten en de lasten bij elkaar te houden zal hier een soepeler traject mogelijk zijn dan in andere opties buiten de regio.
  - b. Mogelijk past injecteren binnen de huidige vergunningen voor het injecteren van stoom met additieven en is het doorlopen van een separaat vergunning traject niet noodzakelijk.
7. Financieel
  - a. Lagere kosten, minder kosten voor de aanleg van kilometerslange transportleidingen.
  - b. Lagere kosten, minder additieven.
  - c. Lagere kosten, minder putten en afstand is minder monitoring.
  - d. Lagere kosten, oor minder slijtages van diverse appendages en pompen.
8. Milieu
  - a. Minder kilometerslange transportleidingen waardoor minder kans op lekkage.
  - b. Minder additieven voor transport, minder sterke verontreinigingen.
  - c. Minder vergravingen.
  - d. Alle leidingen mogelijk uitvoerbaar in kunststof, waardoor minder kans op slijtage en lekkages.
  - e. Minder transport dus beter te monitoren.
  - f. Water gaat terug in gelijksoortige bodemlagen, wat in de mijnbouw als uitgangspunt wordt gebruikt om zo de stabiliteit te garanderen en zodoende zo min mogelijk het evenwicht in de bodem te verstoren.
  - g. Geen injectie in en transport door Natura 2000.
  - h. Geen overlap met waterwingebieden zoals in Twente wel het geval is (locatie putten Manderveen en Tubbergen, waar Vitens zich grote zorgen over maakt).
9. Risico's
  - a. De velden in Drenthe zijn dieper gelegen als de velden in Twente hierdoor is de PGA gunstiger en zal bij eventuele bewegingen van de bodem het effect aan het oppervlakte kleiner zijn. (zie rapportage: Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields van februari 2015).
  - b. Door het mogelijk oplossen van zout kunnen er zogenaamde zoutcavernes ontstaan die mogelijk kunnen inzakken, waardoor er bevingen en/of sinkholes kunnen ontstaan, met zeer ernstige risico's voor mens, dier en milieu. Indien er een geringe kans is van een sinkhole risico, zal er ook rekening gehouden moeten worden met de hoeveelheid rest-gas in het veld. Aangezien dit rest-gas als eerste zal ontsnappen aan het maaiveld al dan niet explosief.
  - c. De kans op lekkage van het reservoir zal vele malen geringer zijn in velden onder kleilagen dan velden die onder zoutlagen zijn gelegen. Steenzout kan lekken, zie artikel Technisch Weekblad van 8 december 2015 door Teake Zuidema.
  - d. Doordat dicht bij de bron wordt geïnjecteerd zal er ook sprake zijn van een betere monitoring en sneller kunnen ingrijpen bij lekkages. Bovendien zijn de Twente locaties onbemand en zeer ver weg van NAM beveiliging personeel.
  - e. In de rapportage van Royal HaskoningDHV wordt milieu gemeten langs de meetlat van investeringen. Ook deze zijn voor deze optie lager en als positiever te beoordelen.
  - f. De velden zijn niet gelegen onder woonwijken (Tilligte Rossum en Oldenzaal) en gaan niet door of injectie onder natura 2000 gebieden (Engbertsdijkvenen en Het Springendal).
  - g. Het grondwater in Twente is van grootbelang voor de boeren, Twente is door haar zandgronden een relatief droog gebied. Indien verontreinigd water in het ecosysteem komt zal dit onherroepelijk tot veel schade leiden voor de Nederlandse veehouderij en landbouw.

Ten tijde van de afweging om te injecteren in Twente was er in Drenthe nog geen sprake van lege velden die in aanmerking kwamen voor injectie. Tevens zouden mogelijk nog velden opnieuw in gebruik worden genomen met een nieuwe technologie om het laatste restant aan gas te winnen uit deze velden. Anno 2016 is er echter een nieuwe werkelijkheid en is er wel de mogelijkheid om in lege Drentse velden te injecteren.

In bovenstaande is door de Stichting al een uitvoerige afweging gemaakt van de scores op diverse punten. Hierbij zijn naast de door Royal HaskoningDHV gehanteerde afwegingen enkele nieuwe afwegingsgronden toegevoegd zoals injectie onder specifieke bodemlagen (klei-of zoutlagen), dicht bij de bron en draagvlak. De Stichting StopAfvalwaterTwente is van mening dat deze afwegingen wel degelijk meetbaar zijn bij de afweging van alternatieven en daarin ook een duidelijk afwegingsgrond is. Ook de lusten en de lasten bij elkaar houden draagt daar zeker aan bij. Wij zouden dan ook graag zien dat ook de andere alternatieven hierop worden getoetst in alle thema's en dat bij de milieu-afweging niet alleen wordt uitgegaan van economisch belang maar ook op de impact op natuur, mens en leefomgeving (het daadwerkelijk milieu).

De Stichting StopAfvalwaterTwente zou graag zien dat het alternatief dat door de Stichting is ingebracht wordt doorgerekend binnen het evaluatieonderzoek van de NAM en wordt meegenomen tot aan de laatste afweging even als de huidige werkwijze "injecteren in Twente". Hierbij gaat de Stichting dus niet uit van een eerste afweging, long list naar short list, van 4 + huidige injectie variant maar van 4 + Stichting variant en huidig injectie variant. Na de tweede selectieronde wordt dan niet uitgegaan van 2 varianten en huidige injectie, maar van 2 varianten + Stichting variant en huidig injectie variant. Zij wil dus graag haar ingebrachte variant tot het einde doorgerekend zien binnen het NAM-evaluatieonderzoek. De Stichting behoudt zich het recht voor om haar variant door een derde deskundige partij, al dan niet aangewezen door de Minister van EZ, te laten toetsen en separaat van het NAM-evaluatierapport in te dienen bij De Commissie MER en/of rechtstreeks bij de Minister.