

# Onafhankelijke review herevaluatie waterinjectie Twente



## Onafhankelijke review herevaluatie waterinjectie Twente

### Auteur(s)

Annemieke Marsman

Stefan Jansen

Harry Bruning

Henk Kooi

Bouko Vogelaar

## Onafhankelijke review herevaluatie waterinjectie Twente

<b>Opdrachtgever</b>	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
<b>Contactpersoon</b>	de heer ir. F.J.R. Denys

### Documentgegevens

<b>Versie</b>	0.1
<b>Datum</b>	28-09-2022
<b>Projectnummer</b>	11208634-002
<b>Document ID</b>	11208634-002-BGS-0002
<b>Pagina's</b>	21
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	definitief

### Auteur(s)

	Annemieke Marsman	
	Stefan Jansen	
	Harry Bruning	
	Henk Kooi	
	Bouko Vogelaar	



# Samenvatting

In Schoonebeek wordt door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) olie geproduceerd, waarbij het zoute productiewater sinds 2011 wordt geïnjecteerd in lege aardgasvelden in Twente. In de vergunningen voor injectie in lege gasvelden is een voorschrift opgenomen dat de NAM gedurende de hele periode van waterinjectie om de zes jaar dient te onderzoeken of het injecteren van productiewater nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode is voor het productiewater uit Schoonebeek (herafweging). In 2016 is een eerste herafweging uitgevoerd door RH-DHV in opdracht van de NAM op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). Deltares heeft in 2016 een onafhankelijke review uitgevoerd op de herafweging.

EZK heeft de NAM in 2021 gevraagd wederom een herevaluatie uit te voeren. Eind juni 2022 heeft de NAM de herevaluatie ingediend bij EZK (Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek 2022). Deze is opnieuw door RH-DHV uitgevoerd. In de herafweging zijn dezelfde alternatieven getoetst als in 2016. Hier zijn wel nieuwe inzichten aan toegevoegd ten aanzien van waterzuivering en waterinjectie in Drenthe. EZK heeft Deltares verzocht om ook een onafhankelijke, technisch-inhoudelijke review uit te voeren op de recente herafweging die in 2022 is gemaakt.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de review van de herafweging uit 2022. De review is uitgevoerd op de volgende aspecten: transportleidingen, lekkagerisico's van productiewater in de ondergrond, zuiveringstechnieken, bodemdaling en seismiciteit. De algemene conclusie van Deltares is dat de aspecten die van belang zijn voor de afweging van alternatieven voor verwerking van productiewater uit Schoonebeek voldoende zijn behandeld. Daarmee biedt de herafweging een goed uitgangspunt voor het beantwoorden van de hoofdvraag van de herafweging "is waterinjectie in lege gasvelden nog steeds de meest geschikte verwijderingsmethode van injectiewater dat vrij komt bij de productie van olie in Schoonebeek?".

Er worden in dit rapport suggesties gedaan op welke onderdelen de onderbouwing en formulering van de herafweging in 2022 verbetering behoeft ter verduidelijking van de argumentatie.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1	Achtergrond	6
1.2	Opzet en doel van deze review	7
<b>2</b>	<b>Algemene bevindingen</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Transportleidingen en lekkage productiewater</b>	<b>9</b>
3.1	Herafweging transportleidingen en risico's op lekkage	9
3.2	Onderbouwing en formulering van de herafweging	9
<b>4</b>	<b>Zuiveringstechnieken</b>	<b>11</b>
4.1	Herafweging zuiveringstechnieken	11
4.2	TRL	11
4.3	Membraantechnologie	11
4.4	Overige opmerkingen aangaande herafweging zuiveringstechnieken	12
<b>5</b>	<b>Bodemdaling</b>	<b>14</b>
5.1	Herafweging bodemdaling	14
5.2	Aanbeveling	14
<b>6</b>	<b>Seismiciteit</b>	<b>15</b>
6.1	Herafweging seismiciteit	15
6.2	Resultaten toetsing vorige herafweging in 2016	15
6.3	Opmerkingen bij de herafweging 2022	15
<b>7</b>	<b>Conclusies</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Referenties</b>	<b>20</b>

# 1 Inleiding

Dit rapport bevat de resultaten van een onafhankelijke review van het rapport “Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek 2022 – Eindrapportage – BF5299I&BRP001F01, 2022” door RH-DHV. Deze review is opgesteld in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

## 1.1 Achtergrond

In Zuidoost Drenthe en aangrenzend in Duitsland bevindt zich het grootste oliereservoir onder land van West-Europa. In Schoonebeek wordt door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) olie geproduceerd. Hierbij komt zout productiewater mee naar boven. Sinds 2011 wordt dit productiewater geïnjecteerd in lege aardgasvelden in Twente. In de vergunningen voor injectie in lege gasvelden is een voorschrift opgenomen dat de NAM gedurende de hele periode van waterinjectie om de 6 jaar dient te onderzoeken of het injecteren van productiewater nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode is (herafweging).

Bij deze herafweging moet de door het bureau CE Delft ontwikkelde afwegingsmethodiek gebruikt worden. Deze afwegingsmethodiek is in 2004 ontwikkeld door industrie, bevoegde gezagen en externe deskundigen met als doel een transparante afweging tussen alternatieven met bovengrondse en ondergrondse componenten mogelijk te maken (CE Delft, 2004).

In 2016 is een eerste herafweging uitgevoerd door RH-DHV in opdracht van de NAM op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). Het eindrapport is in December 2016 door RH-DHV opgeleverd (Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek). Dit rapport bevestigde dat de gekozen toepassing van waterinjectie wat betreft milieu, risico's en kosten de beste optie is voor de verwerking van productiewater. Deltares heeft in 2016/2017 het onderzoeksplan, de bijbehorende achtergronddocumenten en de resultaten van de herafweging getoetst (Technisch-inhoudelijke toetsing Integraal Eindrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek) en de uitkomst bevestigd.

EZK heeft de NAM in 2021 gevraagd wederom een herevaluatie uit te voeren. Eind juni 2022 heeft de NAM de herevaluatie ingediend bij EZK (Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek 2022). Deze is opnieuw door RH-DHV uitgevoerd. Het doel van de herafweging is het opnieuw toetsen of waterinjectie in Twente nog steeds de best mogelijke techniek is om productiewater van de oliewinning in Schoonebeek te verwerken. In de herafweging zijn dezelfde alternatieven getoetst als in 2016. Hier zijn wel nieuwe inzichten aan toegevoegd ten aanzien van waterzuivering en waterinjectie in Drenthe. De te toetsen alternatieven voor verwerking van het productiewater zijn:

1. Alternatief 1: Vast zout – zout kristallisatie (komt overeen met het alternatief in 2016)
2. Alternatief 2: Zout water naar de zee (komt overeen met het alternatief van 2016, met aanpassing van het zoutgehalte)
3. Alternatief 3: Circulair alternatief, met indikking tot compacte brijnstroom met herinjectie in het oliereservoir in Schoonebeek (de zuivering en opslag van dit alternatief zijn aangepast ten opzichte van 2016)
4. Alternatief 4: Waterinjectie in Drenthe (alleen waterinjectie in het Schoonebeek gasveld)

5. Referentiesituatie: Huidige situatie waterinjectie in Twente (injectie in de resterende twee injectieputten).

## 1.2 Opzet en doel van deze review

Het doel van deze review is de beoordeling of het door RH-DHV geschreven rapport 'Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek' voldoende en technisch-inhoudelijk juiste en goed onderbouwde informatie bevat om de hoofdvraag van de herafweging te beantwoorden. De hoofdvraag is net als in 2016: is waterinjectie in lege gasvelden nog steeds de meest geschikte verwijderingsmethode van injectiewater dat vrijkomt bij de productie van olie in Schoonebeek?

Bij het uitvoeren van de toetsing is naar een aantal onderwerpen gekeken die van belang zijn bij het beoordelen en vergelijken van de alternatieven op gebied van milieu en risico's op korte en lange termijn: integriteit van transportleidingen (Hoofdstuk 3), lekkage van productiewater (Hoofdstuk 3), zuiveringstechnieken (Hoofdstuk 4), bodemdaling (Hoofdstuk 5) en seismiteit (Hoofdstuk 6). In het laatste hoofdstuk van deze notitie worden de belangrijkste conclusies samengevat. Voor de hoofdstukken betreffende waterzuivering en seismiteit zijn experts van respectievelijk WUR en TNO betrokken.

Aangezien dezelfde alternatieven als in 2016 zijn getoetst door RH-DHV, is er voor gekozen om dezelfde onderwerpen te gebruiken voor de beoordeling. De focus van de review is gericht op nieuwe inzichten ten opzichte van de herafweging in 2016.

Tijdens de review is er contact geweest tussen de NAM, RH-DHV en de experts die de review hebben uitgevoerd om vragen te kunnen stellen. Het doel hiervan was om antwoorden te krijgen op vragen die bij het maken van de review opkwamen. Deltares heeft voorafgaand een lijst met vragen opgesteld en gedeeld met de NAM en RH-DHV. Hieruit bleek vooral dat ontbrekende onderbouwing wel beschikbaar was maar niet opgenomen in het rapport. De opmerkingen betreffende ontbrekende onderbouwing zijn opgenomen in deze review.

Deze onafhankelijke toetsing van het Tussenrapport alternatievenafweging is onder leiding van Deltares opgesteld door een team van experts van Deltares, WUR en TNO: dr. Stefan Jansen (corrosie en lekkage pijpleidingen, Deltares), dr. Annemieke Marsman (projectleiding, effecten lekkage op grondwater, Deltares), dr. Harry Bruning (waterzuiveringstechnieken, WUR), dr. Henk Kooi (bodemdaling, Deltares) en dr. Bouko Vogelaar (seismiteit, TNO).

## 2 Algemene bevindingen

In dit hoofdstuk worden een aantal algemene bevindingen van de review toegelicht .

Het rapport “Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek 2022” (RoyalHaskoningDHV, 2022), behandelt de aspecten die van belang zijn voor de afweging van alternatieven voor verwerking van productiewater uit Schoonebeek in afdoende mate . De afweging is correct uitgevoerd, de behandelde alternatieven zijn duidelijk beschreven, de afwegingsmethodiek is duidelijk genoeg toegelicht en de conclusie is voldoende onderbouwd.

In het rapport van RH-DHV wordt de hoofdvraag beantwoord “is waterinjectie in lege gasvelden nog steeds de meest geschikte verwijderingsmethode van injectiewater dat vrijkomt bij de productie van olie in Schoonebeek?” met: “Voor de korte termijn blijft het terugvoeren van productiewater in lege gasvelden de beste verwerkingsmethode van dit productiewater en wordt dit nog steeds beschouwd als best beschikbare techniek.” Hierbij wordt door RH-DHV aangetekend dat waterinjectie in het Schoonebeek gasveld (Drenthe) over de breedte van de aspecten milieu en risico beter scoort dan de andere alternatieven. De referentiesituatie in Twente scoort ook goed, maar er zijn maar twee injectieputten beschikbaar, waardoor het uitvallen van of onderhoud aan een put leidt tot afname van het injectiedebiet. De keuze tussen waterinjectie in Twente en Drenthe is een praktische overweging die geen invloed heeft op de algemene conclusies of waterinjectie in lege gasvelden nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode is.

Op een aantal onderdelen is de onderbouwing niet volledig of ontbreekt getalsmatige onderbouwing waar deze wel gewenst is. Uit gesprekken met de NAM en RH-DHV bleek deze (getalsmatige) onderbouwing wel aanwezig te zijn, maar niet expliciet vermeld in de rapportage. Daarnaast is geconstateerd dat de formulering op sommige onderdelen niet altijd feitelijk genoeg behandeld wordt of ten onrechte gerelativeerd. Wij adviseren de onderbouwing aan te vullen en formulering aan te passen om mogelijke onduidelijkheden te voorkomen. Dit heeft echter geen invloed op de algemene conclusies. In de volgende hoofdstukken wordt in detail ingegaan op de verschillende aspecten in de herafweging en de onderbouwing en de formulering voor de onderwerpen transportleidingen, lekkage productiewater, zuiveringstechnieken, bodemdaling en seismiciteit.



## 3 Transportleidingen en lekkage productiewater

De beschouwde aspecten wat betreft transportleidingen zijn:

- Traject van transportleidingen
- Type transportleidingen
- Samenstelling vloeistof
- Monitoring en beheersmaatregelen.

De beschouwde aspecten wat betreft lekkage productiewater zijn:

- Samenstelling van productiewater
- Kans op lekkage: lekkagebron en lekkagepaden
- Effect van lekkage: receptoren
- Monitoring en beheersmaatregelen.

De beschouwde onderwerpen zijn ook in de review van de herafweging in 2016 bekeken.

### 3.1 Herafweging transportleidingen en risico's op lekkage

De algemene afweging tussen alternatieven op het vlak van de transportleidingen en de risico's op lekkage ziet er logisch uit. De behandelde alternatieven worden duidelijk beschreven, de afwegingsmethodiek wordt duidelijk genoeg toegelicht, en de uitkomst is logisch en correct. Daarmee zijn er voor deze onderdelen geen bezwaren bij de hoofdconclusies van het rapport.

De onderdelen transportleidingen en lekkage van productiewater worden binnen de afweging duidelijk en logisch beschreven en de uitkomsten van de afweging op dat punt kloppen. Een deel van de risico-inschatting en afweging is hetzelfde als bij de vorige afweging. Daarnaast is er een aantal nieuwe ontwikkelingen die een relatie hebben met transportleidingen en mogelijke lekkage, waarvan de belangrijkste zijn:

- lekkage in 2015 en bijbehorende maatregelen in 2016 en in de toekomst
- tegenvallende geschiktheid van een aantal putten in Twente
- voorgestelde afbouw en uiteindelijk stopzetting van waterinjectie in Twente en, als alternatief daarvoor, waterinjectie bij Schoonebeek
- beschadiging van put ROW-2 in 2021
- voorkomen van toluen boven de waarde in de tot nu toe vastgestelde vergunning.

Voor al deze punten wordt afdoende duidelijk gemaakt dat ze geen bezwaar vormen voor de verleende vergunning, hetzij omdat is gedemonstreerd dat effecten en risico's klein zijn, hetzij omdat gedemonstreerd is dat de NAM maatregelen heeft genomen die de effecten hebben weggenomen.

### 3.2 Onderbouwing en formulering van de herafweging

De manier waarop onderbouwing verwoord wordt kan beter. Op verschillende punten worden problemen benoemd, maar vervolgens niet feitelijk genoeg behandeld of ten onrechte gerelativeerd. De algemene conclusie, dat het risico klein is en de juiste maatregelen genomen worden, klopt. Er wordt geadviseerd de herafweging feitelijk te houden en niet te relativiseren. Hieronder de meest relevante punten om te herformuleren in de herafweging.

- Tolueen is gevonden in hogere concentratie dan de norm (Samenvatting, p vi; paragraaf 3.4). In de tekst wordt een uitleg gegeven van de reden hiervoor ('Het oliereservoir reageert op bepaalde vlakken afwijkend ten opzichte van de oorspronkelijke verwachting tijdens de aanvraag van de vergunningen. Hierdoor is de operationele bandbreedte voor sommige parameters in de vergunning wat krap gedefinieerd.') en wordt beargumenteerd waarom er geen risico is ('Tolueen komt van nature in kleine hoeveelheden voor in olie- en gasvelden (...) De gehalten aan tolueen in productiewater of gasvelden zijn ongeveer 1 miljoenste van de totale hoeveelheid.') Tenslotte blijkt in de hierna volgende zinnen dat de NAM wel maatregelen neemt om onder de norm te komen. Mede naar aanleiding van mondelinge toelichting van de NAM begrijpen we waarom de huidige norm strenger was dan nodig, en dat er geen risico's waren, maar dit had beter en feitelijker in de tekst beschreven moeten worden. Het feit dat de NAM toch effectieve maatregelen neemt om tolueen onder de norm te laten komen maakt een discussie hierover bovendien overbodig.
- Paragraaf 'Is productiewater giftig' (pagina 20): het is onduidelijk wat de boodschap en bedoeling van deze paragraaf is. Deze paragraaf relateert op een onduidelijke manier zorgen over giftigheid van productiewater en de argumenten die worden genoemd kloppen niet altijd. Bij de beoordeling of productiewater giftig is zijn in onze ogen twee aspecten relevant: wat is de concentratie van stoffen in het productiewater en het risico daarvan, en welke normen gelden. We adviseren om eventuele verklaringen over giftigheid van productiewater te relateren aan feitelijk geldende aspecten zoals hierboven genoemd. Een goede uitleg van lokale risico's en normen, vooral met betrekking tot het verschil tussen biosfeer en leeg gasveld, is zinvoller dan generieke verklaringen zoals nu worden gedaan. .
- Scheuren in putten. We adviseren om helder te maken welke stappen al gemaakt zijn en nog verwacht worden, en hoe met huidige onzekerheden/nog lopend onderzoek wordt omgegaan. Het monitoringsysteem bleek onvoldoende toegerust om defect te detecteren. Ook hier adviseren we helder te maken dat voldoende duidelijk is wat er aan de hand was en waarom de NAM er nu zeker van is dat de veiligheid in het vervolg wel gegarandeerd kan worden.
- 10.5.3 Lekkage uit reservoir. 'De stoffen die nodig zijn om bijvoorbeeld bacteriegroei te remmen of corrosie te beperken, beïnvloeden de integriteit van het reservoir niet.' We adviseren dit beter te onderbouwen.
- In tabel 3-1 staan een aantal typefouten waardoor waarden onjuist zijn weergegeven. We adviseren dit aan te passen.
- Pagina 85: "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". Om dit te kunnen staven, is het noodzakelijk om informatie of een link toe te voegen zodat de lezer meer inzicht heeft in algemene informatie betreffende injectieputten in Nederland.
- We adviseren meer feitelijke chemische details van de mijnbouwhulpstoffen te geven, of te verwijzen naar een locatie waar deze kan worden gevonden.
- Van de in Fig 3-3 genoemde stoffen worden Antischuimmiddel, Anti-aanslagmiddel, Waterreiniger en zuurstofbinder niet beschreven. In de mondelinge toelichting begrepen we dat deze stoffen wel in het ontwerp voorkwamen, maar in de praktijk niet worden toegepast, maar dit staat niet duidelijk in de tekst.

## 4 Zuiveringstechnieken

### 4.1 Herafweging zuiveringstechnieken

In het rapport worden vijf alternatieven afgewogen, drie daarvan waarbij waterzuivering een belangrijke rol speelt, als vierde injectie in Drenthe, en de vijfde is de referentiesituatie in Twente. Op basis van de CE-afwegingsmethodiek wordt geconcludeerd dat op korte termijn injectie in lege gasvelden in zowel Twente als Drenthe de beste optie is, en dus behandeling van het water niet gewenst is. De afweging is correct uitgevoerd, en de conclusie is voldoende onderbouwd.

Wel staan in de beschrijving van de waterzuiveringstechnologie vele slordigheden, inconsequenties en fouten. Dit doet echter niets af aan de conclusie van de CE-afweging, omdat in het algemeen de potentie van nog niet in de praktijk bewezen de waterzuiveringstechnologieën wordt overschat, waardoor een meer precieze beschrijving van de technologieën in het nadeel werkt van de zuiveringsopties, in het voordeel van de injectieopties. Een meer precieze beschrijving en evaluatie van de technologieën zou de conclusie sterker maken.

### 4.2 TRL

Een belangrijk uitgangspunt wordt geformuleerd op pagina 31: “Zuiveringstechnieken die bewezen zijn krijgen een TRL 9. Deze technologieën zijn zodanig ver ontwikkeld dat NAM ze als alternatief kan meenemen in de herafweging.”, waarbij TRL 9 staat voor “Technologie is daadwerkelijk bewezen op grote schaal in operationele omgeving” Een fout die op verschillende plaatsen in het rapport gemaakt wordt is, dat de operationele omgeving (dat is behandeling van olie productiewater) uit het oog verloren wordt. Zo wordt in hoofdstuk 5 “Nieuwe inzichten waterzuiveringstechnieken” op basis van marktconsultatie een aantal technologieën besproken. Deeltjesverwijdering krijgt een TRL 9, terwijl niet duidelijk is dat dit binnen de operationele omgeving relevant is. Advanced oxidation krijgt TRL 9, terwijl bekend is dat dit niet werkt bij hoge zoutconcentraties. De technieken hebben TRL 9 voor de applicatie waarvoor ze ontworpen zijn, maar er is geen evaluatie gedaan van de TRL in de behandeling van olie productiewater.

Pagina 55, tabel 7-1: Hier worden verschillende scenario's gepresenteerd, maar er is geen discussie over de TRL noch van de unit operations, noch van het hele scenario.

### 4.3 Membraantechnologie

Een belangrijke rol in de alternatieven wordt aan membraantechnologie toegedeeld. Zo lezen we op pagina 46: Met betrekking tot RO: “Membraantechnologie wordt inmiddels wel toepasbaar geacht als onderdeel van de waterzuivering bij het indikken van het productiewater (zie Circulair Alternatief).” En op pagina 53: “Ten aanzien van de waterzuivering blijkt inmiddels dat de membraantechnologie verder ontwikkeld is (wat in de 2016 herevaluatie nog niet zo was), zodat deze technologie nu kan worden ingezet als onderdeel van het Circulair Alternatief.” De onderbouwing van deze beweringen ontbreekt, en wat de nieuwe ontwikkelingen zijn waarop gedoeld wordt is niet duidelijk.

Echter, in bijlage 2 wordt uitgebreid ingegaan op membraantechnologie, en op basis daarvan kan men concluderen dat membraantechnologie niet op TRL 9 zit, en de inzetbaarheid daarvan op korte termijn niet aan de orde is.

Zo wordt m.b.t. reverse osmosis RO gesteld:

- Bijlage 2, pagina 12: “**Conclusie:** Gezien de beschikbare informatie is EMI Twente van mening dat het proces interessant is en een verdere analyse waard is, zoals de LCA. Hiervoor zou een raming van de massabalans en het energieverbruik van het proces nodig zijn, waarvoor input van IDE Technologies nodig is. Technisch gezien is een adequate voorbehandeling ter bescherming van de RO-modules een belangrijk aandachtspunt.”
- Bijlage 2, pagina 14: “Bovendien zijn de geïnstalleerde RO membranen zeer gevoelig voor zwelling en beschadiging door oliën en oplosmiddelen, en ook voor vervuiling in aanwezigheid van andere organische stoffen. Het is misschien mogelijk om koolwaterstoffen te verwijderen door een combinatie van ultrafiltratie en/of nanofiltratie of actieve koolfiltratie, maar een voorlopige inschatting is dat dit niet kosteneffectief is. RO is inderdaad op grote schaal toegepast voor de behandeling van productiewater afkomstig uit gasvelden in Australië, maar nog niet voor het ontzouten van productiewater uit olievelden [6]. Water met een zoutgehalte van 25 g/l kan met RO slechts een factor 2-3 verder geconcentreerd worden. Een concentratiefactor van 4 of hoger kan via elektrodialyse of een thermische behandeling worden bereikt.”

Blijkbaar is het zo dat RO (in combinatie met voorbehandeling) voor behandeling van olie productiewater niet volledig is ontwikkeld, en er geen grootschalige toepassingen zijn. Het TRL is derhalve laag.

Iets vergelijkbaars geldt voor EDR: In bijlage 2, pagina 9,10 worden alleen pilotstudies genoemd, nog geen full-scale toepassing, dus TRL is 7 of lager.

Het is opvallend dat bij de marktconsultatie geen leveranciers van RO en EDR zijn betrokken, terwijl juist deze membraan-technologieën zo veelbelovend geacht worden. Op deze inconsequentie wordt in het rapport over de herafweging niet ingegaan.

#### 4.4 Overige opmerkingen aangaande herafweging zuiveringstechnieken

- Pagina 48, sectie 7.2.4.: deze paragraaf is erg verwarrend omdat er steeds andere waarden aangenomen worden voor de zoutproductie per dag. Verder is het niet toegestaan om 200 ton zout in drie vrachtwagens te vervoeren, dat zou het maximaal toegestane gewicht van een vrachtwagen ver overschrijden.
- Pagina 67, tabel 7-2: Het is niet duidelijk wat bedoeld wordt met “energy feed”, “energy product”, en om welke chemicaliën het gaat.
- Pagina 117: De lijst met afkortingen is verre van compleet.
- In tabel 3-1 zijn de verwijzingen naar voetnoten niet in superscript waardoor de getallen niet kloppen, en verwijzingen lastig te vinden zijn.
- Tabel 5-1: de tabel zou een stuk duidelijker zijn als in de eerste kolom zowel naam als concept zou staan, in plaats willekeurig een van beide.
- Bijlage 1, pagina 11 “Alle zuiveringstechnieken zijn getoetst op gebruik van energie, benodigde chemicaliën, en verwerking van het restproduct. Met geen van de technologieën zou er een significante impact zijn geweest ten tijde van de 2016 Herafweging, met uitzondering van één techniek.”  
Onduidelijk is hoe de toetsing gedaan is, en er zijn geen data gepresenteerd.
- Bijlage 1, pagina 11 “De ABX™ technologie van Nijhuis Saur Industries zal nader besproken worden bij de alternatieven afweging in de Herafweging 2021 / 2022.”  
Hier wordt niet op teruggekomen.

- Bijlage 1: er zijn nogal wat slordigheden, b.v. bij veel processen wordt sludge production niet genoemd, terwijl dat aan de orde is, en bij advanced oxidation wordt het juist ten onrechte wel genoemd. Bij BIOX wordt expliciet genoemd dat er geen referenties zijn in olie en gas, bij andere technologieën wordt hier niet op ingegaan. ABX wordt ontwikkeld voor TDS>50000ppm, wat aanzienlijk hoger is dan de TDS in Schoonebeek productiewater.



## 5 Bodemdaling

### 5.1 Herafweging bodemdaling

Bodemdaling bij de injectie van productiewater kan, voor zover bekend, alleen ontstaan door oplossing van steenzout. Bij de toetsing van de vorige herafweging (RHDHV, 2016) is door Deltares geconstateerd dat hierover in de betreffende herafweging afdoende technisch-inhoudelijk detail is gegeven en dat de kans op oplossing van steenzout en de daarop volgende bodemdaling goed in beeld is gebracht (Deltares, 2016; 1221062-002). De herafweging en toetsing hadden betrekking op zowel de Twente- als de Drenthevelden, inclusief het Schoonebeek gasveld dat onderdeel uitmaakt van alternatief 4 van de nieuwe herafweging (RHDHV, 2022).

Daarnaast is in het vorige toetsingsrapport geadviseerd om in een volgende fase de monitoring van bodemdaling als signaleringsfunctie te omschrijven, en bij een (significante) signalering van een mogelijk bodemdalingseffect over te gaan tot nader onderzoek van het gehele injectiesysteem, inclusief de aannames met betrekking tot de gehele ondergrond.

In de nieuwe herafweging (RHDHV, 2022) zijn geen nieuwe bevindingen of inzichten benoemd die een ander licht werpen op de technisch-inhoudelijke aspecten die in de vorige herafweging zijn behandeld. De implicaties van onvoorziene gebeurtenissen bij injectieputten ROW-2 en ROW-4 voor bodemdaling zijn afdoende meegenomen in de overkoepelende risicoanalyse in bijlage 5 van het rapport. Daarmee zijn de risico's ook in de nieuwe afweging in principe voldoende technisch-inhoudelijk behandeld als basis voor een bestuurlijke beslissing.

### 5.2 Aanbeveling

In het waterinjectie management plan (bijlage 6) is vermeld dat de Geomatics afdeling van de NAM voor de monitoring van bodemdaling jaarlijks een analyse van radarsatellietwaarnemingen (InSAR) uitvoert en dat bij afwijkingen van meer dan 2 centimeter – het is niet duidelijk of dit per jaar is - in de omgeving van de injectieputten onderzoek zal worden gedaan naar de oorzaak en in geval de oorzaak toe te wijzen is aan de waterinjectie, de inzet van mitigerende maatregelen zal worden beoordeeld. Gezien de zeer trage ontwikkeling van eventuele bodemdaling door zoutoplossing is het onduidelijk of de methodiek en het signaleringscriterium adequaat is en voldoende aansluit bij de mogelijkheden. Er wordt geadviseerd om de monitoring en signalering meer in detail te omschrijven en te laten beoordelen door externe experts of deze in samenwerking met externe experts op te stellen. Dit advies betreft een aanscherping van het waterinjectie management plan. Het advies heeft geen invloed op de vraag die centraal staat in de herafweging: of het injecteren van productiewater nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode is voor het productiewater uit Schoonebeek.

## 6 Seismiciteit

### 6.1 Herafweging seismiciteit

Het rapport over de herafweging in 2022 geeft een verdieping in enkele alternatieven ten opzichte van de huidige situatie voor de behandeling van productiewater dat vrijkomt bij de oliewinning Schoonebeek. Seismiciteit bij het alternatief “waterinjectie in het Schoonebeek gasveld” wordt summier behandeld in de hoofdtekst van de herafweging. De geregistreerde bevingen in de omgeving worden gerelateerd aan gaswinning en niet aan injectie. In deze fase van beoordeling van het Drenthe gasveld alternatief, is dat een eerste verkenning van de aardbevingsgevoeligheid volgens de afwegingsmethodiek. De Seismische Dreigingsanalyse verduidelijkt dat een mogelijke relatie tussen waterinjectie en breukreactivatie – wat tot een beving kan leiden – niet compleet kan worden uitgesloten. In de herafweging ontbreekt de onderbouwing van de seismische “analyse” van de relatie winning/injectie-beving; het achterliggende werk – de Seismische Dreigingsanalyse van de operator – is technisch-inhoudelijk wel zorgvuldig uitgevoerd.

### 6.2 Resultaten toetsing vorige herafweging in 2016

In de Technisch-inhoudelijke toetsing van het Integraal Eindrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek heeft Deltares (2017) een onafhankelijke toetsing uitgevoerd op dit Eindrapport van Royal HaskoningDHV (2016). Naast de toetsing zijn ook aanbevelingen gedaan voor de afronding van de herafweging. Aanbevelingen uit hoofdstuk 6 (Aardbevingen) van die toetsing uit Deltares (2017) worden hier samengevat.

- Voor een volgende fase, waarbij veld specifieke analyses worden uitgevoerd, bevelen we aan om de minimaal te respecteren afstand van de injectie tot aan de breuken beter te bepalen ter beperking van de kans op een beving.
- Gezien het effect van koudefracking is de monitoring van lichte bevingen belangrijk.
- We adviseren om in een volgende fase de selectie van gasvelden te verduidelijken op basis van het gedrag tijdens gaswinning.
- Wij raden aan om in deze fase van de herafweging, de bow-tie analyse van de risicobepaling op het gebied van bodemdaling en aardbevingen aan te vullen met verwijzingen naar de relevante onderdelen van de rapportage en bijlagen.
- Wij adviseren om in een volgende fase rekening te houden met zowel het nemen van aanvullende maatregelen (waaronder additioneel onderzoek) bij lichte bevingen (magnitudes tussen de 0,5 en 1,0) als geschikte monitoring.

### 6.3 Opmerkingen bij de herafweging 2022

De huidige analyse van de seismische dreiging in het rapport Herafweging is summier. In de geraadpleegde referenties: Overkoepelende analyse ondergrondse risico's waterinjectie Twente en Schoonebeek (NAM, 2022a), Seismic threat assessment for Schoonebeek-Zechstein water injection (NAM, 2022b) en Seismisch Risicobeheersplan waterinjectie Schoonebeek-Zechstein (NAM, 2022c) is die analyse wel zorgvuldig uitgevoerd.

## Opmerkingen bij hoofdstuk 6

In hoofdstuk 6 van Royal HaskoningDHV (2022) worden nieuwe inzichten voor waterinjectie Drenthe afgewogen. Hiervoor zijn zowel geschikte leeg geproduceerde gasvelden en putten in de Drenthevelden geselecteerd als de aquifers van het Schoonebeek olieveld.

### Opmerkingen bij 6.1 Inleiding

In de inleiding zou verwezen kunnen worden naar referenties; bijvoorbeeld naar NAM (2022a, 2022b).

### Opmerkingen bij 6.2 Selectie leeg geproduceerde gasvelden Drenthe

- De titel van paragraaf 6.2.1 *“Toetsing aardbevingsgevoeligheid”* wekt de indruk dat er een zorgvuldige seismische dreigings- en risicoanalyse is uitgevoerd. Zonder referentie naar NAM (2022b) is het onbekend dat de Seismische Dreigingsbeoordeling voor Schoonebeek-Zechstein waterinjectie daarin is uitgevoerd.
- Op p32 staat met betrekking tot een groot aantal gasvelden in de directe omgeving van Schoonebeek: *“In 2006 werd hieruit nog aardgas gewonnen, wat niet mogelijk is in combinatie met wateropslag”*. In NAM (2022a) staat in de voetnoot op p5 (vertaald): *“Het huidige plan is om te injecteren in SCH-589 en SCH-592, vandaar dat SCH-537 en SCH-591 beschikbaar blijven voor productie”*. Dit lijken tegenstrijdige zinnen, hoewel waarschijnlijk putselectie hier het misverstand verhelpt.
- Op p32 staat dat de (beschikbare) velden in 2016 zijn getoetst op aardbevingsgevoeligheid en dat Schoonebeek toen als meest geschikt naar voren is gekomen. Na 2016 hebben nog drie bevingen plaatsgevonden in Schoonebeek (M1,2 en M1,1) en Dalen (M2,0). Deze bevingen zijn correct meegenomen in de herafweging uit 2022.
- In figuur 6-2 ontbreken de recente jaren (2020 tot en met 2022).
- De *“Analyse van velden en aardbevingen”* is géén analyse van velden en aardbevingen, maar slechts een summier opsomming van welke velden gebeefd hebben. Op basis van de tekst in paragraaf 6.2.1 kan echter niet worden uitgesloten dat aardbevingen plaatsvinden tijdens waterinjectie in de *“geanalyseerde”* velden.
- De onderbouwing van het selectieproces in de tekst onder kopje *“Selectie velden en putten”* is afwezig. De zin *“Op basis van de historische aardbevingsgegevens zijn de gasvelden Oosterhesselen, Schoonebeek Gas, Coevorden en Dalen geschikt voor waterinjectie”* wekt de indruk dat omdat er in het verleden bevingen hebben plaatsgevonden tijdens gaswinning én waterinjectie, toekomstige bevingen als gevolg van waterinjectie verwacht kunnen worden en dat daarom de genoemde velden geschikt zijn.
- Enige onderbouwing van het statement: *“Bij de velden Schoonebeek Gas, Dalen en Coevorden heeft al waterinjectie plaatsgevonden, waarbij geen aardbevingen zijn geregistreerd”* ontbreekt in de tekst op p34, terwijl in figuur 6-1 waterinjectie en bevingen in hetzelfde jaar vallen voor Dalen (2000) en Schoonebeek (2017, 2018).
- De volgende zin impliceert dat de M2,2 en M2,0 Dalen bevingen *“klein”* zijn, terwijl  $2,0 < M \leq 3,0$  een escalatie tot *“verhoogde seismiciteit”* is ten tijde van waterinjectie (NAM, 2022c).

- Verderop staat dat de twee latere kleine M1,2 en M1,1 Emlichheim/Schoonebeek aardbevingen plaatsvonden op “grote” afstand van de waterinjectieputten SCH-597 en ENZ-7. Uit figuren 6-1 en 6-2 (en op [www.nlog.nl](http://www.nlog.nl)) is af te schatten dat injectieput SCH-597 op 2 km van de M1,1 (2018) Emlichheim beving ligt gedurende gaswinning én waterinjectie. Dit impliceert dat een afstand van 2 km tussen het hypocentrum en de injectiediepte “groot” is. Om die reden (“*derhalve*”) wordt deze aardbeving gerelateerd aan gaswinning en niet aan waterinjectie. Deze uitsluiting is stelliger dan in NAM (2022b) staat (vertaald): een mogelijke relatie met waterinjectie kan niet compleet worden uitgesloten.
- Op p34 staat dat “*als een put zich nabij een breukzone bevindt er eveneens een vergrote kans is dat er een aardbeving kan optreden*”. In principe is dit statement valide; echter uit de tekst kan niet kwantitatief worden opgemaakt wat “nabij”, “breukzone” en “vergroot” is. Een versimpelde breukenkaart zou meer inzicht in de laterale afstanden kunnen geven. In NAM (2022b) staat dat de kleinste afstand tussen een breuk en daar waar injectieput SCH-597 het reservoir binnenkomt 72 meter is.
- Van de tien bevingen bij de drie genoemde gasvelden in figuur 6-2 zijn drie bevingen opgetreden tijdens gaswinning én waterinjectie en zeven bevingen tijdens alleen gaswinning. Beperkend tot de gegevens uit figuur 6-2 kan niet worden geconcludeerd dat aardbevingen dan alléén plaatsvinden tijdens gaswinning en niet tijdens waterinjectie.
- Gegeven is dat de Drenthe velden in het verleden hebben gebeefd op het moment van gaswinning én waterinjectie. Hierdoor zullen deze velden in de toekomst gevoeliger zijn voor beven tijdens gaswinning en waterinjectie dan als er in het verleden géén bevingen hadden plaatsgevonden. Tevens zijn de Drenthe gasvelden veel meer verbreukt dan de Twente gasvelden. Bevingen tot een kracht M2,0 zijn op basis van de tekst “*Analyse van velden en putten*” niet uit te sluiten tijdens gaswinning en waterinjectie in de Drenthe velden.
- Het toevoegen van referenties en verwijzingen bij de bullets van de toetsing van putten op p36 biedt de mogelijkheid om de risico’s te staven. Voor de bepaling van het seismisch risico en het Risicobeheersplan kan verwezen worden naar NAM (2022a, 2022b, 2022c) en referenties daarin.
- Het kader “M.e.r.-procedure waterinjectie nabij Schoonebeek” op p36 staat ongelukkig onder sectie 6.2.2 “Toetsing mogelijke oplossing zoutlagen”; verplaatsen naar de Inleiding. Het is onduidelijk of de m.e.r.-procedure wordt herstart voor waterinjectie in alleen het Schoonebeek gasveld.
- Sectie 6.2.3 “Conclusie gasvelden Drenthe” geeft geen “Nieuwe inzichten waterinjectie Drenthe”, zoals de titel van hoofdstuk 6 doet vermoeden. In de introductie van paragraaf 6.2 staat namelijk dat Schoonebeek gasveld als meest geschikt naar voren komt uit de toetsing van 2016.

#### *Opmerkingen bij 6.3 Beschrijving Schoonebeek Gasveld*

- Het dynamisch reservoirgedrag van het Schoonebeek gasveld wordt hier niet beschreven. Een zorgvuldige beschrijving van de geomechanische eigenschappen (en operationele parameters) is essentieel om tot een adequate injectiestrategie in het Schoonebeek gasveld te komen. In heel paragraaf 6.3 staat geen enkele referentie naar wetenschappelijk of anderszins praktijkonderzoek.
- Het is onduidelijk hoe de tiental putten in deze paragraaf op p38 geïnventariseerd zijn om tot een zestal beschikbare putten volgens p36 te komen voor het Schoonebeek gasveld. Het is vervolgens onbekend hoe deze zes beschikbare putten via een “*putselectie*” uiteindelijk resulteren in twee bestaande putten, die geschikt zijn voor waterinjectie.

#### *Opmerkingen bij 6.4 Beschrijving Schoonebeek Olieveld en Aquifer*

Een toetsing op aardbevingsgevoeligheid als gevolg van injectie in het olieveld en aanpalend aquifer ontbreekt in deze paragraaf. In voorgelegde herafweging uit 2022 ontbreekt een seismische dreigings- en risicoanalyse voor waterinjectie in het Schoonebeek olieveld en aquifer. In heel paragraaf 6.4 staat geen enkele referentie naar wetenschappelijk of praktijkonderzoek.

#### *Opmerkingen bij 7.5 Alternatief 4: Waterinjectie Drenthe (aangepast t.o.v. 2016)*

In sectie 6.4.5 wordt verwezen naar paragraaf 7.5 waarin waterinjectie in Drenthe is uitgewerkt voor het Schoonebeek gasveld. Dat er reeds aanvullende versnellingsmeters bij de Drenthevelden zijn geplaatst (sectie 7.5.3) onthult weinig over het monitoringsnetwerk en het seismisch Risicobeheersplan. Wel wordt hiernaar verwezen in paragraaf 10.4.7.

#### *Opmerkingen bij 10.4 Toetsing risico's korte termijn (operationele risico's)*

- De risicobepaling van seismische activiteit in het Schoonebeek gasveld als gevolg van waterinjectie is te algemeen in paragraaf 10.4.7. Dat er geen bevingen in Twente zijn geregistreerd gedurende 11 jaar waterinjectie betekent niet dat de kans op aardbevingen als gevolg van waterinjectie in de Drenthe velden klein is.
- De zin "*Daarom is de kans op aardbevingen als gevolg van waterinjectie klein*" op p83 doet voorkomen dat drukopbouw door injectie in een leeg geproduceerd gasveld het enige mechanisme is wat bevingen kan veroorzaken. Van andere mechanismes, zoals uitvoerig beschreven in NAM (2022b) wordt verwacht dat de kans op aardbevingen als gevolg van waterinjectie groter is dan door het mechanisme van drukopbouw. Deze mechanismes (zoals thermische koelingseffecten bij de boorput en chemische verzwakking van de breuksterkte) worden kort beschreven in bijlage 5 van de voorgelegde herafweging uit 2022.
- Op p84 staat over het Schoonebeek olieveld: "*Gezien de relatief ondiepe situering van het veld (ca 900m) is het reservoirgesteente niet volledig geconsolideerd. Daarom is het risico op aardbevingen zeer gering*". Hier wordt "risico" met "kans" verward. Over dat de kans op bevingen in harder gesteente (basement rock) groter is dan in zachter (sedimentair) gesteente is in de wetenschappelijke literatuur geen consensus (Brodsky, 2018). Wel zal de kans op bevingen in niet-volledig geconsolideerd reservoirgesteente van het Schoonebeek olieveld kleiner zijn dan in het dieper gelegen Schoonebeek gasveld.



## 7 Conclusies

Het rapport “Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek 2022” (RoyalHaskoningDHV, 2022) wordt beoordeeld als een correct uitgevoerde afweging en de conclusie is voldoende onderbouwd. De aspecten die van belang zijn voor de afweging van de alternatieven met behulp van de CE-methodiek zijn voldoende beschouwd en behandeld.

In deze review worden opmerkingen en adviezen gegeven die veelal betrekking hebben op de onderbouwing of formulering van het RHDHV rapport (2022). Dit heeft geen invloed op de algemene conclusies. Desalniettemin adviseert Deltares om de onderbouwing uit te breiden of aan te passen en de formulering aan te passen om mogelijke onduidelijkheden te voorkomen.

Voor het onderwerp transportleidingen en lekkage productiewater wordt aanbevolen om zaken meer feitelijk te presenteren en niet ten onrechte te relativiseren.

Met betrekking tot zuiveringstechnieken wordt aanbevolen om nauwkeuriger met TRL te beschrijven en toe te passen in de herafweging, en er worden nog een aantal andere suggesties voor verbetering van het rapport over de herafweging gegeven.

Gezien vanuit bodemdaling wordt geadviseerd om de jaarlijkse analyse van radarsatellietwaarnemingen mee te nemen in het rapport over herafweging.

Voor seismiciteit worden de aanbevelingen gegeven om te verwijzen naar de referenties, zoals de NAM (2022a, 2022b) rapporten, uitgebreider te onderbouwen en op een aantal punten zorgvuldiger te formuleren.

## 8 Referenties

- Brodsky, E., 2018. Injecting wastewater underground can cause earthquakes up to 10 kilometers away. *The Conversation, Science*, September 2018.
- CE Delft, 2004, Met water de diepte in, Afwegingsmethodiek voor vergunningen rond diepe injectie van waterstromen van olie- en gaswinning
- Deltares, 2017. Technisch-inhoudelijke toetsing Integraal Eindrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek. Kenmerk: 1221062-002-BGS-0009, februari 2017.
- NAM, 2022a. Overkoepelende analyse ondergrondse risico's waterinjectie Twente en Schoonebeek. Rapport: EP202205200317, april 2022.
- NAM, 2022b. Seismic threat assessment for Schoonebeek-Zechstein water injection. Rapport: EP202204200931, juni 2022.
- NAM, 2022c. Seismisch Risicobeheersplan waterinjectie Schoonebeek-Zechstein. Rapport: EP202204200929, juni 2022.
- Royal HaskoningDHV, 2016. Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek; Weging van de alternatieven. Referentie: I&BBD9591-100-100R001F01, juni 2022.
- Royal HaskoningDHV, 2022. Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek 2022; Eindrapportage. Referentie: BF5299I&BRP001F01, juni 2022.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**

[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)