

**Technisch-inhoudelijke
toetsing Integraal Eindrapport
Herafweging verwerking
productiewater Schoonebeek**



**Technisch-inhoudelijke toetsing
Integraal Eindrapport Herafweging
verwerking productiewater
Schoonebeek**

Dimmie Hendriks
Stefan Jansen
Ger de Lange
Annemieke Marsman
Karin van Thienen-Visser (TNO)
Harry Bruning (WUR)
Andrii Butkovskyi (WUR)

1221062-002

Titel

Technisch-inhoudelijke toetsing Integraal Eindrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek

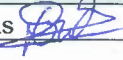


Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Ministerie van Economische Zaken DG Energie, Telecom en Mededinging	1221062-002	1221062-002-BGS-0009	19

Samenvatting

In Schoonebeek wordt door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) olie geproduceerd. Het zoute productiewater wordt sinds 2011 geïnjecteerd in lege aardgasvelden in Twente. De vergunningen schrijven voor dat de NAM iedere 6 jaar een herafweging van deze verwerkingsmethode dient uit te voeren. In december 2016 is het "Integraal Eindrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek" gepubliceerd (Royal HaskoningDHV, 2016b), waarin drie alternatieven van verwerking worden vergeleken volgens de CE-methodiek. De minister heeft Deltares verzocht om een onafhankelijke, technisch-inhoudelijke toetsing uit te voeren op dit Eindrapport, inclusief alle bijlagen en referenties.

Deze notitie beschrijft de resultaten van deze toetsing, die is uitgevoerd voor de volgende aspecten: lekkagerisico's, waterzuiveringstechnieken, bodemdaling en aardbevingen. De overkoepelende conclusie van Deltares is dat in het Eindrapport de aspecten die van belang zijn voor de afweging van alternatieven voor verwerking van productiewater uit Schoonebeek voldoende zijn behandeld. Daarmee biedt het Eindrapport een goed uitgangspunt voor het trekken van een conclusie over 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?".

Naast de toetsing van het Eindrapport, worden technisch-inhoudelijke aanbevelingen gedaan voor de afronding van de herafweging. Ook worden aanbevelingen gedaan voor een mogelijk vervolgtraject indien een andere wijze van verwerking van het productiewater uit Schoonebeek wordt overwogen dan nu vergund. In de bijlage geeft Deltares advies over de kostenraming van de zuiveringsvariant gebaseerd op de Dyvar technologie van het bedrijf Salttech.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	feb. 2017	Dimmie Hendriks		Geert van Wirdum		Hilde Passier	
		Stefan Jansen					
		Ger de Lange					
		Annemieke Marsman					
		Karin van Thienen-Visser (TNO)					
		Harry Bruning (WUR)					
		Andrii Butkovskiy (WUR)					

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Achtergrond	1
1.2 Doel van deze notitie	2
1.3 Leeswijzer	2
2 Overkoepelend oordeel	4
3 Lekkage	5
3.1 Samenstelling productiewater in transportleidingen	5
3.2 Pijpleidingen en ondiepe lekkage	5
3.3 Monitoring en beheersaspecten transportleidingen	5
3.4 Lekkage vanuit put en injectiereservoir	6
3.5 Monitoring en beheersmaatregelen put	6
4 Waterzuivering	7
4.1 Technische robuustheid routes	7
4.2 “Heat and mass balance”-berekeningen	7
4.3 Aanbevelingen	8
5 Bodemdaling	9
5.1 Oplossing van zout	9
5.2 Kleilagen	9
5.3 Monitoring en beheersmaatregelen	9
6 Aardbevingen	11
6.1 Aanwezigheid breuken	11
6.2 Koudefracking	11
6.3 Selectie van gasvelden op basis van gedrag tijdens de gaswinning	12
6.4 Risicobepaling	12
6.5 Monitoring en beheersmaatregelen	13
Referenties	14
Bijlage A Kostenraming zuiveringsvariant Salttech	16
Kader	16
Vergelijking met andere processen	16
Vergelijking Royal HaskoningDHV en Salttech	17
Conclusie	18

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In Schoonebeek wordt door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) olie geproduceerd. Hierbij komt zout productiewater mee naar boven. Sinds 2011 wordt dit productiewater via een ondergrondse leiding naar waterinjectielocaties in Twente getransporteerd, waar het in lege aardgasvelden wordt gepompt. In de vergunningen is het voorschrift opgenomen dat de NAM gedurende de hele periode van waterinjectie om de 6 jaar dient te onderzoeken of het injecteren nog steeds de meest geschikte verwijderingsmethode is.

In 2015 is de eerste herafweging sinds de start van de waterinjectie in gang gezet. De "Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek" wordt uitgevoerd door Royal HaskoningDHV in opdracht van de NAM. Dit onderzoek is in twee fasen uitgevoerd. In de eerste fase zijn de belangrijkste alternatieven op hoofdlijnen gewogen ("Tussenrapport alternatievenafweging" (Royal HaskoningDHV, 2016a, hierna: "Tussenrapport"). Het Tussenrapport is geëvalueerd door de commissie voor de m.e.r. (Commissie voor de m.e.r., 2016) en door Deltares (Deltares, 2016a; Deltares, 2016b). Daarnaast heeft de Stichting Stop Afvalwater Twente haar bevindingen op het Tussenrapport gepubliceerd (SAT, 2016).

Op basis van het Tussenrapport, de evaluatie van de commissie voor de m.e.r., de onafhankelijke technisch-inhoudelijke toetsing van Deltares, een briefadvies van de TU Delft (Heijman en Barnhoorn 2016), en op basis van gesprekken met bestuurders en belangenorganisaties in de regio, is door de minister van Economische Zaken een keuze gemaakt voor drie alternatieven die in de tweede fase van het onderzoek afgewogen worden (Ministerie van Economische Zaken, 2016a):

- Alternatief 1: volledige zuivering van al het in Schoonebeek geproduceerde injectiewater. Hierbij is door de minister verzocht om de innovatieve waterzuiveringstechnologieën van TU Delft en het bedrijf Saltech in de uitwerking mee te nemen.
- Alternatief 4: injectie in Twente en Drenthe. Dit alternatief betreft de huidige situatie met een uitbreiding van de waterinjectie in de provincie Drenthe.
- Alternatief 5: het alternatief van Stichting Stop Afvalwater Twente (SAT) dat primair volledige zuivering en secundair injectie in de diepe ondergrond van Drenthe onder een kleisteenlaag beoogt.

Deze drie alternatieven zijn volgens de CE-methodiek (CE Delft, 2004) onderzocht en vergeleken op de aspecten risico's op korte en lange termijn, milieu en kosten. De resultaten van de herafweging zijn gerapporteerd in het Integraal Eindrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek (Royal HaskoningDHV, 2016b). De minister heeft Deltares verzocht om een onafhankelijke, technisch-inhoudelijke toetsing uit te voeren van dit Eindrapport.

Op basis van het Eindrapport, het advies van de commissie voor de m.e.r., het advies van Deltares (deze notitie) en de reacties van de verschillende bestuursorganen en stakeholders, waaronder het eindrapport van de Stichting Stop Afvalwater Twente (SAT, 2017), neemt de minister in de eerste helft van 2017 een besluit over de toekomst van de verwerking van productiewater uit Schoonebeek.

1.2 Doel van deze notitie

Deze notitie beschrijft de resultaten van de onafhankelijke, technisch-inhoudelijke toetsing van het Integraal Eindrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek (Royal HaskoningDHV, 2016b), inclusief alle bijlagen en referenties (CE Delft, 2016; NAM, 2013; NAM 2014a,b,c; NAM, 2015a,b,c,d; NAM, 2016a,b,c,d,e,f,g; Royal Haskoning DHV, 2016c) door een team van experts geleid door Deltares. Deze notitie impliceert *geen* toetsing van andere publicaties die zijn uitgebracht tijdens het onderzoek van de herafweging.

Het doel van deze toetsing is de beoordeling of het Eindrapport voldoende en technisch-inhoudelijk juiste en goed onderbouwde informatie bevat om de hoofdvraag van de herafweging te beantwoorden. Deze hoofdvraag luidt: Is waterinjectie in lege gasvelden nog steeds de meest geschikte verwijderingsmethode van injectiewater dat vrij komt bij de productie van olie in Schoonebeek?

Bij het uitvoeren van de technisch-inhoudelijke toetsing is naar een aantal onderwerpen gekeken die van belang zijn bij het beoordelen en vergelijken van de drie alternatieven op het gebied van lekkage, waterzuivering, bodemdaling en aardbevingen. De toetsing is opgesteld als advies aan de minister van Economische Zaken en is parallel aan de evaluatie door de commissie voor de m.e.r. uitgevoerd. Naast het uitvoeren van de toetsing, worden in deze notitie aanbevelingen gedaan voor de afronding van de herafweging. Ook worden aanbevelingen gedaan voor een mogelijk vervolgtraject indien een andere wijze van verwerking van het productiewater uit Schoonebeek wordt overwogen dan nu vergund.

Ten behoeve van de herafweging zijn door Royal HaskoningDHV kostenramingen gemaakt voor zowel de zuiverings- als de injectiealternatieven, waarvan één van de zuiveringsvarianten is gebaseerd op de Dyvar-technologie van het bedrijf Salttech. Salttech heeft daartoe aan NAM een budgetofferte uitgebracht. Recentelijk heeft Salttech laten weten dat zij de zuivering van het productiewater voor significant lagere kosten kunnen uitvoeren dan de kosten die zijn opgenomen in de kostenraming van Royal HaskoningDHV in het Eindrapport. De minister heeft Deltares verzocht om onafhankelijk expertadvies in deze kwestie, waarbij het specifiek gaat om het beantwoorden van de volgende vragen:

- In hoeverre zijn de kostenschattingen van Royal HaskoningDHV en Salttech realistisch.
- In hoeverre spreekt de informatie van Royal HaskoningDHV en Salttech elkaar tegen.

In Bijlage A van deze notitie worden deze vragen toegelicht en beantwoord.

Deze onafhankelijke toetsing van het Eindrapport is onder leiding van Deltares opgesteld door een team van experts van Deltares, WUR en TNO: dr. S. Jansen (corrosie en lekkage pijpleidingen, Deltares), dr. A. Marsman (effecten lekkage op grondwater, Deltares) en dr. H. Bruning en dr. A. Butkovskiy (waterzuiveringstechnieken, WUR), drs. G. de Lange (bodemdaling en -trillingen, Deltares), dr. K. van Thienen-Visser (Diepe ondergrond en mijnbouw, TNO) en dr. D. Hendriks (projectleiding, Deltares).

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 1 is een toelichting geven op de achtergrond en voorgeschiedenis van de herafweging van de wijze van verwerking van productiewater uit Schoonebeek. Daarnaast is in dit hoofdstuk het doel van deze onafhankelijke, technisch-inhoudelijke toetsing beschreven.

Hoofdstuk 2 geeft het overkoepelend oordeel en advies op basis van de toetsing. In de daaropvolgende hoofdstukken worden de bevindingen van de experts per onderwerp toegelicht: lekkage (Hoofdstuk 3), waterzuivering (Hoofdstuk 4), bodemdaling (Hoofdstuk 5) en aardbevingen (Hoofdstuk 6). In Bijlage A wordt advies gegeven over de kostenberekeningen van de zuiveringsvariant gebaseerd op de op Dyvar-technologie van het bedrijf Salttech.

2 Overkoepelend oordeel

Op basis van deze onafhankelijke, technisch-inhoudelijke toetsing beoordeelt Deltares dat in het 'Integraal Eindrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek' (Royal HaskoningDHV, 2016b) de aspecten die van belang zijn voor de afweging van alternatieven voor verwerking van productiewater uit Schoonebeek in afdoende mate zijn behandeld. De beschrijving van deze aspecten vindt over het algemeen plaats op een overzichtelijke en logische wijze. Daarmee biedt het rapport een goed uitgangspunt voor het trekken van een conclusie over 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?".

Wij adviseren niettemin om op korte termijn op onderstaande vijf punten een aanvulling of verduidelijking te geven, zodat technisch-inhoudelijke resultaten en de onderliggende getalsmatige onder-bouwing expliciet zijn en mogelijke onduidelijkheden worden voorkomen. De besluitvorming van de minister is hiervan echter niet afhankelijk.

- Wij adviseren een betere onderbouwing te geven voor de effectiviteit van bescherming tegen lekkages bij verschillende varianten van minimalisering van biociden, sulfidebinders en/of corrosieremmers in het productiewater en van materiaal van de pijpleidingen in Drenthe (Alternatieven 4.1 t/m 4.4).
- Voor een volledige risicoanalyse van lekkage van productiewater vanuit de put en/of het injectiereservoir, is het nodig om in de bow-tie analyse naast de mogelijke oorzaken van lekkage, ook de mogelijke effecten van lekkage in beeld te brengen. Wij adviseren om de bow-tie analyse voor lekkagerisico's uit te breiden met mogelijke effecten..
- Wij adviseren om de verschillen tussen tabel 2 in bijlage 2.1 (CE Delft, 2016b, CE rapportage milieukengetallen en LCA) en tabel 1 in bijlage 2.2 (Royal HaskoningDHV, 2016c, Uitwerking waterzuiveringsvarianten) toe te lichten of deze tabellen consistent te maken. Beide tabellen geven een overzicht van de samenstelling van het productiewater, maar zijn niet volledig consistent.
- De berekeningsmethoden van de "heat and mass balance" voor de drie waterzuiveringsvarianten zijn verschillend. Wij adviseren om deze verschillen helder te omschrijven en de reden van het verschil in aanpak, nodig door een verschil in beschikbare informatie, duidelijk toe te lichten.
- Wij raden aan om 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.

Daarnaast wordt in deze notitie op een aantal punten technisch-inhoudelijk advies gegeven voor een mogelijk vervolgtraject indien een andere wijze van verwerking van het productiewater uit Schoonebeek wordt overwogen dan nu vergund. In deze notitie wordt hiernaar verwezen met de bewoording "vervolgtraject" of "volgende fase". Het vervolgtraject bestaat uit het opstellen van een nieuwe milieueffectrapportage en een vergunningentraject. Een nadere toelichting van deze aspecten en een volledig overzicht van onze bevindingen wordt beschreven in de hierop volgende hoofdstukken van deze notitie.

3 Lekkage

Over de verschillende risico's van lekkage (kans op voorkomen en effect) wordt in het Integraal Eindrapport afdoende technisch en inhoudelijk detail gegeven voor een gedegen onderbouwing van de beantwoording van de hoofdvraag van de herafweging. Er wordt daarmee voldoende tegemoet gekomen aan de vragen en opmerkingen zoals geformuleerd in de notitie "Toetsing Tussenrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek" (Deltares, 2016a).

3.1 Samenstelling productiewater in transportleidingen

Over samenstelling en effecten van het productiewater wordt voor deze fase voldoende informatie gegeven. Concentraties en namen van gebruikte mijnbouwhulpstoffen zijn terug te vinden in openbaar beschikbare informatie (NAM, 2015a; CE Delft, 2016). De namen en risicobladen van de gebruikte mijnbouwhulpstoffen zijn door Deltares ingezien. Uit deze informatie blijkt dat de eigenschappen en effecten van het productiewater en de gebruikte mijnbouwhulpstoffen voldoende bekend zijn en afdoende zijn meegenomen in de risicobeoordeling. We adviseren de NAM om explicieter te verwijzen naar het bovengenoemde of andere openbaar beschikbare documenten met gedetailleerde informatie over namen en concentraties van mijnbouwhulpstoffen in het productiewater.

In de herafweging wordt op een logische manier beschreven welk typen stoffen in het productiewater aanwezig zijn, wat de effecten zijn, en hoe hiermee wordt omgegaan. Wanneer gekozen wordt voor een specifieke variant, moet deze volledig in detail aan de bij vergunning behorende eisen worden getoetst.

3.2 Pijpleidingen en ondiepe lekkage

Traject en type pijpleidingen wordt voor verschillende mogelijke varianten voor de doelstellingen van deze fase voor het grootste deel in voldoende detail beschreven. Hierbij wordt ook op een logische manier kwalitatief beredeneerd wat de consequenties van verschillende keuzes van mijnbouwhulpstoffen zijn voor de keuze van pijpleiding-materialen. Voor de verschillende varianten wordt gesteld dat de minimalisering van biociden, sulfide-bindende en/of corrosieremmers consequenties heeft die leidt tot noodzaak van vervanging van (een deel van) de pijpleidingen. De (verlaging van de) kans op lekkage bij de verschillende combinaties van mijnbouwhulpstoffen en materialen wordt echter niet in voldoende mate onderbouwd. Wij adviseren om, in deze fase van de herafweging, een heldere onderbouwing te geven van de uitwerking van deze keuzes. Wanneer de kans op lekkage niet tot een aanvaardbaar niveau kan worden teruggebracht, adviseren we om voor een mogelijk toekomstig tracé naar Drenthe voor kunststofleidingen te kiezen in plaats van bestaande oude koolstofstalen gasleidingen te kiezen.

Minimalisering van mogelijke oorzaken voor defecten aan pijpleiding en minimalisering van mogelijke effecten worden in voldoende detail beschreven in tekst en in bow-tie diagrammen. Verdere uitwerking is niettemin nodig en vindt plaats in een meer gedetailleerd vervolgetraject, zoals in de het Integraal Eindrapport wordt aangegeven.

3.3 Monitoring en beheersaspecten transportleidingen

In het Eindrapport worden de aspecten monitoring en beheer van transportleidingen voor wat in deze fase nodig is voldoende toegelicht door middel van een beknopte beschrijving van technieken en aanpak. Wij adviseren om in een volgende fase het monitorings- en

beheerplan in meer detail uit te werken, waarbij de gevoeligheid van de technieken en procedures voor het tijdig signaleren van lekkages worden beschreven.

3.4 Lekkage vanuit put en injectiereservoir

In de eindrapportage en onderliggende rapporten wordt uitgebreid gekeken naar mogelijk oplossen van de afdekkende steenzoutlaag en mogelijke verspreiding van zout water. De bow-tie analyse is gebruikt om alle mogelijke incidenten en alle mogelijke effecten in kaart te brengen inclusief de barrières om incidenten of effecten te voorkomen. Bij preventieve maatregelen ter voorkoming van zoutoplossing ligt de aandacht vooral op de beschrijving van gesteentelagen die het risico op zoutoplossing aanzienlijk verkleinen. Bij reactieve maatregelen in het geval dat er zoutoplossing plaats vindt, worden maatregelen beschreven zoals monitoring en reduceren van de injectie, maar ook de response van het systeem zelf op de zoutoplossing (met behulp van modellering).

In de referenties wordt toegelicht onder welke omstandigheden mogelijke oplossing van de zoutsteenlaag op kan treden en op basis daarvan is een aantal mogelijke scenario's opgesteld. Met behulp van modelcode Mores zijn deze scenario's doorgerekend. Dit geeft een zeer volledig beeld van de mogelijke incidenten en de mogelijke effecten.

Voor andere componenten, zoals bv. benzeen en toluen, is de uitgevoerde analyse beperkt tot een bow-tie analyse van de mogelijke oorzaken van het optreden van lekkage. In het Eindrapport wordt beschreven dat kans op lekkage vanuit de put en het injectiereservoir zeer klein is. De effecten zijn echter niet beschreven in de bow-tie analyse van het Eindrapport. Daarnaast wordt aangegeven dat de concentraties van componenten in het productiewater dermate laag zijn, dat het effect op de omgeving bij lekkage zeer waarschijnlijk heel beperkt is. Ondanks dat wij onderschrijven dat de kans op lekkage van productiewater vanuit de put of het injectiereservoir zeer beperkt is, adviseren wij om de bow-tie analyse volledig te maken door ook de effecten van lekkage, die immers medebepalend zijn voor de risico's, ten minste kwalitatief in beeld te brengen.

3.5 Monitoring en beheersmaatregelen put

In het Integraal Eindrapport worden de aspecten monitoring en beheer voldoende toegelicht. De monitoring van lekkage vanuit de put wordt in voldoende detail beschreven. De monitoring is duidelijk gericht op het snel nemen van beheersmaatregelen in geval van lekkage.

4 Waterzuivering

Over de verschillende aspecten van het onderwerp waterzuiveringstechnieken wordt in het Integraal Eindrapport over het algemeen afdoende technisch en inhoudelijk detail gegeven voor een gedegen onderbouwing van de beantwoording van de hoofdvraag van de herafweging. Er wordt daarmee ook voldoende tegemoet gekomen aan de vragen en opmerkingen zoals geformuleerd in de notitie “Toetsing Tussenrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek” (Deltares, 2016a).

In bijlage 2.1 (CE Delft, 2016, CE rapportage milieukengetallen en LCA) van het Integraal Eindrapport wordt een LCA-evaluatie van de verwerkingsalternatieven voor het productiewater van Schoonebeek beschreven. Deze LCA-evaluatie is op systematische manier uitgevoerd en de resultaten zijn een betrouwbare grond voor vergelijking van de beschouwde alternatieven. Het alternatief om vast zout te produceren uit het productiewater vergt gecompliceerde waterbehandelingstechnologie. De kwantitatieve beschrijving van de drie voorgestelde routes (zoutkristallisatie, Salttech-proces en TUD-proces), zoals beschreven in bijlage 2.2 (Royal HaskoningDHV, 2016c, Uitwerking waterzuiveringsvarianten) is input voor de LCA-evaluatie.

4.1 Technische robuustheid routes

De drie routes (zoutkristallisatie, Salttech-proces en TUD-proces) hebben een verschillende mate van technologische robuustheid, ook t.o.v. injectie. De zoutkristallisatie route is gebaseerd op een trein van zorgvuldig geselecteerde, bewezen waterbehandelings- en kristallisatietechnologieën die ook toegepast worden op productiewater in de olie- en gaswinning. In het tussenrapport is het kristallisatieproces in detail beschreven. De twee andere routes, die op grond van een brief van de minister zijn toegevoegd, zijn nog niet volledig uitontwikkelde en beproefde innovaties. Het Salttech-proces is een nieuw proces dat uitgetest is in een aantal pilots en toegepast in kleinschalige operationele situaties. Het is echter niet toegepast om herbruikbaar zout te winnen uit olieproductiewater op een schaal benodigd om het productiewater uit Schoonebeek te zuiveren. Het TUD-proces is een nieuw concept dat niet uitgetest is. Dit verschil in robuustheid in de ontwikkeling heeft weerslag op de kwantitatieve beschrijving van de drie routes: des te robuuster een technologie, hoe meer data beschikbaar zijn en des te nauwkeuriger de getalsmatige beschrijving is. In het Eindrapport is de uitdaging aangegaan om met dit verschil zodanig om te gaan dat er uiteindelijk toch betrouwbare getallen uitkomen als input voor de LCA-evaluatie. De beoordeling is zodoende een momentopname, die minder zegt over de potentie van de innovatieve technieken dan over effecten en kosten waar op dit moment nog rekening mee gehouden moet worden.

4.2 “Heat and mass balance”-berekeningen

De beschrijving van de kristallisatie is gedaan met uitgebreide “heat and mass balance”-berekeningen, gebaseerd op thermodynamische modellen. De beschrijving van het Salttech-proces is gebaseerd op data van de leverancier, en deze data zijn gecheckt door de NAM met thermodynamische berekeningen. De beschrijving van het TUD-proces is gebaseerd op literatuurgegevens en op algemene praktijk gebaseerde aannames, waarbij er van uitgegaan wordt dat de niet-bewezen onderdelen van het proces inderdaad in de toekomst gerealiseerd kunnen worden, een best-case scenario. Conclusie is dat op deze manier op een verantwoorde manier omgegaan is met het verschil in robuustheid: de rekenmethoden zijn voldoende gerechtvaardigd, duidelijk is dat de data m.b.t. de kristallisatie-route nauwkeuriger zijn dan de data van de andere twee processen, en de data van de andere twee processen

hebben alleen waarde als in de toekomst aangetoond kan worden dat deze twee processen inderdaad kunnen worden toegepast op productiewater en op de benodigde schaal. Ook van de productie van wegzout uit productiewater volgens de Salttech of het TUD-proces is nog niet aangetoond dat het op korte termijn operationeel kan worden toegepast (Colorado School of Mines, 2009).

4.3 Aanbevelingen

In een expertworkshop met de NAM is een aantal onduidelijkheden en (schijnbare) inconsistenties in de bijlagen 2.1 (LCA) en 2.2 (Waterzuivering) besproken. Voor een groot gedeelte zijn deze te herleiden tot de verschillen in robuustheid en de daaruit voortvloeiende verschillen in kwantitatieve benaderingen voor de drie routes. Door de mondelinge toelichting van de NAM zijn al deze onduidelijkheden opgehelderd.

Wij bevelen aan om op onderstaande punten een aanvulling te geven tijdens de huidige fase:

- Beschrijf dat de “heat and mass balance”-berekenningsmethoden voor de drie varianten verschillend zijn. De “heat and mass balance” is alleen van 1.1 (kristallisatie) doorgerekend en de uitkomsten daarvan zijn gebruikt om deze bij gebrek aan specifieke informatie voor Salttech en TU Delft op basis van standaard thermodynamica te schatten. Dit leidt evenwel tot iets minder nauwkeurigheid en een grotere onzekerheid van het energiegebruik bij deze twee varianten. Deze grotere onzekerheid leidt, zoals aangegeven in het eindrapport, voor met name de TU-Delft-variant, tot een grotere bandbreedte in operationele kosten en in investeringen.
- Tabel 2 in bijlage 2.1 (CE Delft, 2016, CE rapportage milieukengetallen en LCA) en tabel 1 in bijlage 2.2 (Royal HaskoningDHV, 2016c, Uitwerking waterzuiveringsvarianten) geven beiden een overzicht van de samenstelling van het productiewater, maar zijn niet volledig consistent. Licht (in een mogelijke additionele notitie) de verschillen toe of maak deze tabellen consistent.

5 Bodemdaling

Over de verschillende aspecten van het onderwerp bodemdaling wordt in het Integraal Eindrapport afdoende technisch en inhoudelijk detail gegeven voor een gedegen onderbouwing van de beantwoording van de hoofdvraag van de herafweging. Er wordt daarmee voldoende tegemoet gekomen aan de vragen en opmerkingen zoals geformuleerd in de notitie “Toetsing Tussenrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek” (Deltares, 2016a).

5.1 Oplossing van zout

Bij de toetsing van het Tussenrapport werd de suggestie gedaan om de kans op bodemdaling door oplossen van zout beter in beeld te brengen. In de nu voorliggende documenten van het Eindrapport zijn de gevraagde aanvullingen en nadere studies toegevoegd. Er is een goed beeld gegeven van de kans op oplossing en de daarop volgende bodemdaling.

Naar aanleiding van bedenkingen van Stop Afvalwater Twente (SAT-TC, 2016) over de juistheid van de aannames in het Tussenrapport heeft TNO een analyse uitgevoerd van deze aannames (TNO, 2016a). Hieruit blijkt dat de beschrijving van kans op oplossing van de zoutlagen en het risico van bodemdaling op correcte aannames berust.

Net als voor het seismische risico dient de waterinjectie te gebeuren in putten met voldoende afstand tot bestaande breuken. Dit om het ontstaan van een lekweg langs de breuk te voorkomen.

5.2 Kleilagen

Bij de toetsing van het Tussenrapport werd de suggestie gedaan de geologie van de Drenthe gasvelden nader te bestuderen en beschrijven in het licht van de mogelijke oplossing van zout, op een soortgelijke manier als voor de Twentevelden al gedaan is (NAM 2014a,b,c). Wij adviseren om hier in een volgende fase een beschouwing aan toe te voegen over de afsluitende werking van kleilagen boven de zout- en anhydrietlagen in verband met de functie van deze lagen bij het remmen van eventuele lekkages langs putten en breuken.

Uit het volledige onderzoek zoals beschreven in het Eindrapport blijkt dat de potentie voor injectie van productiewater in de boven steenzout liggende reservoirs in Drenthe in detail is onderzocht. Onder de huidige omstandigheden zijn deze velden als niet geschikt beoordeeld en zijn niet meegewogen in de vergelijking van de alternatieven. De afsluitende werking van de kleilagen is niet in dezelfde mate van detail geanalyseerd als de integriteit van de evaporieten, maar een dergelijke analyse is in dit stadium (nog) niet aan de orde. Pas als een specifieke locatie in Drenthe in beeld komt als potentiële waterinjectielocatie is een nadere analyse van de afsluitende werking van de kleilagen vereist in het kader van de dan noodzakelijke risicoanalyse.

5.3 Monitoring en beheersmaatregelen

Bij de toetsing van het Tussenrapport zijn suggesties gedaan wat betreft monitoring en beheersmaatregelen. In het Eindrapport worden de tijdschaal en de omvang van eventuele oplossing van zoutlagen met voldoende conservatisme in beeld gebracht en gedocumenteerd. In de beheersmaatregelen is gesteld dat bij een afwijking van het voorspelde gedrag, zowel bij de monitoring van bodemdaling als in de conditie van de putten, er direct tot sluiting van de put wordt overgegaan. Wat in de overkoepelende risicoanalyse opvalt, is dat de beschrijving van de conditie van de putten en de daarbij uit te voeren inspecties uitgebreid

worden beschreven voor de Drenthe-velden, maar niet voor de Twente-velden. Deze informatie is echter wel beschikbaar in de onderliggende referenties over de Twente-velden.

Wat betreft het opstellen van een monitoring- en beheersplan in een volgende fase, raden wij aan om de monitoring van bodemdaling als signaleringsfunctie te omschrijven. Gezien de zeer trage ontwikkeling van eventuele bodemdaling door zoutoplossing, zoals in het Eindrapport wordt geschetst op basis van het verwachtingsmodel, zal een significante afwijking van de verwachte bodemdaling (daling groter dan de meet-onnauwkeurigheid en – ruis), moeten leiden tot een nader onderzoek van het gehele injectiesysteem, inclusief de aannames met betrekking tot de gehele ondergrond en niet slechts leiden tot aanpassing van de verwachtingen van de oplossingseigenschappen van de evaporietlagen.

6 Aardbevingen

Over de verschillende aspecten van het onderwerp aardbevingen wordt in het Integraal Eindrapport afdoende technisch en inhoudelijk detail gegeven voor een gedegen onderbouwing van de beantwoording van de hoofdvraag van de herafweging. Er wordt daarmee voldoende tegemoet gekomen aan de vragen en opmerkingen zoals geformuleerd in de notitie “Toetsing Tussenrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek” (Deltares, 2016a).

6.1 Aanwezigheid breuken

In het Integraal Eindrapport wordt een putselectie uitgevoerd. Dit is een voorlopige selectie van putten die geschikt zouden kunnen zijn voor waterinjectie. In latere detailfasen voor het verkrijgen van vergunningen zal de finale selectie plaatsvinden. Er worden putten uitgesloten van injectie als de put een breuk op reservoirniveau doorsnijdt. Daarnaast is er vervolgonderzoek nodig als een put binnen 100 m van een breuk ligt op reservoirniveau. Hierbij wordt aangegeven dat in deze gevallen alleen van waterinjectie sprake zou zijn na analyse van de detailgeometrie van de breuken en lagen ten opzichte van de putten. Twee van de 29 putten in Drenthe blijken een breuk te doorsnijden. Deze vallen daardoor af. Van de 27 overige putten zijn 16 putten op voldoende afstand van de putten.

In het Integraal Eindrapport is de afstand van de putten tot aan bestaande breuken bepaald door middel van de ARPR kaarten die openbaar beschikbaar zijn via www.nlog.nl. Als in een volgende fase veldspecifieke selectie van putten plaatsvindt, bevelen we aan om de afstand tussen putten en bestaande breuken te bepalen op basis van 3D seismiek.

De minimale afstand van 100 m wordt, volgens ‘Overkoepelende Risico Analyse Injectie van Schoonebeek Productiewater in Drenthe’ (NAM, 2016b), bepaald uit simulatiemodellen van NAM (‘halite dissolution modelling of water injection into Carbonate gas reservoirs with a halite seal’). In deze laatste studie wordt met een overschatting van 2 tot 3 keer de injectiesnelheid een afstand van 140 m gegeven tussen de breuk en de put wat afdoende is om zoutoplossing te voorkomen. Door deze overschatting lijkt hantering van een afstand van 100 m redelijk, nu het nog om een vóórselectie gaat. Echter dit aspect beslaat het oplossen van zout, niet de kans op een beving. Een onderbouwing voor de minimale afstand van 100 m ter beperking van de kans op een beving ontbreekt in de documentatie. Overigens zal ook bij een afstand van meer dan 100 m de kans op een beving nog steeds aanwezig zijn. De selectie voorkomt alleen dat water direct wordt geïnjecteerd in een breuk. De specifieke ‘veilige’ afstand van de injectie tot aan de breuken in het reservoir is afhankelijk van het reservoir waarin wordt geïnjecteerd en zal nader bepaald moeten worden aan de hand van modelering van de specifieke reservoirs. Dit laatste is echter niet noodzakelijk voor deze fase van de overweging van alternatieven. Voor een volgende fase, waarbij veldspecifieke analyses worden uitgevoerd, bevelen we aan om de minimaal te respecteren afstand van de injectie tot aan de breuken beter te bepalen.

6.2 Koudefracking

Naar aanleiding van het Tussenrapport werd het advies gegeven dat als alternatief 3, 4 of het alternatief van Stichting Stop Afvalwaterinjectie Twente werd geselecteerd voor de volgende fase, het effect van koudefracking in relatie tot al aanwezige breuken mee te nemen in de analyse voor mogelijke verhoogde kans op geïnduceerde seismiciteit.

Uit TNO, 2016 (kenmerk AGE 16-10.104) blijkt dat de waterinjectie leidt tot afkoeling rondom de putten waarbij de radius van het afkoelende volume, afhankelijk van de reservoir eigenschappen, meer dan 100 m kan worden. Door deze afkoeling kan de stabiliteit van een breuk afnemen. Hierdoor zou een beving eerder kunnen voorkomen dan verwacht wordt wanneer deze thermische effecten niet worden beschouwd. Gezien dit effect is de monitoring van lichte bevingen belangrijk (zie paragraaf monitoring en beheersmaatregelen).

6.3 Selectie van gasvelden op basis van gedrag tijdens de gaswinning

De selectie van gasvelden wordt bereikt door de gasvelden te scheiden in gasvelden met voelbare bevingen en gasvelden met geen of niet-voelbare bevingen. Een definitie van niet-voelbaar (in termen van magnitude) wordt niet gegeven. Er heeft één beving met magnitude 1.6 zich voorgedaan in Duitsland nabij het Coevorden gasveld. Deze beving wordt in het Eindrapport onder niet-voelbare bevingen geschoven. Ervaring met het Groningen gasveld leert dat bevingen vanaf een magnitude van 1.5 voelbaar zijn. Aangezien de bevingen van 1.6 in de regio van het Coevorden gasveld voorkwam met een lagere “opslingering” dan in Groningen zou deze inderdaad niet gevoeld kunnen zijn door de bewoners. Echter, dit maakt het selectie criterium van gasvelden die geen of niet-voelbare bevingen hebben gehad tijdens gasproductie onduidelijk. We adviseren om in een volgende fase de selectie van gasvelden te verduidelijken.

De gasvelden in Drenthe die worden overwogen zijn na voorselectie “Coevorden Zechstein”, “Schoonebeek gas” en “Oosterhesselen Zechstein”. De redenering voor het uitsluiten van andere gasvelden in Drenthe voor waterinjectie is duidelijk en technisch begrijpelijk.

6.4 Risicobepaling

NAM heeft de seismische risicoanalyse (SRA) uitgevoerd voor de selectie van gasvelden in Drenthe (“Coevorden Zechstein”, “Schoonebeek gas” en “Oosterhesselen Zechstein”). De scores zijn over het algemeen gelijk aan de scores gegeven en onderbouwd in de notitie “Toetsing Tussenrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek” (Deltares, 2016a). Kleine verschillen zijn ontstaan tussen de gerapporteerde risico’s, onder andere door het meenemen van andere contouren van de gasvelden (voortschrijdend inzicht van NAM). Gasvelden “Schoonebeek gas” en “Oosterhesselen Zechstein” komen in categorie I uit (genormaliseerd risico < 0,33) en gasveld “Coevorden Zechstein” in categorie II (genormaliseerd risico tussen 0,34 en 0,66), volgens NAM. In de SRA rapportage (TNO 2016b) staan de genormaliseerde risico’s voor de andere gasvelden in Nederland met technische uitleg bij deze risico’s.

Naast de SRA heeft NAM een bow-tie analyse gebruikt voor de risicobepaling. De bow-tie illustreert oorzaken en gevolgen van aardbevingen en is gefocust op barrières voor de beperking van het optreden van bevingen en effecten van deze bevingen. Deze bow-tie analyse is een uitkomst van de verschillende technische rapporten in de bijlage van het Eindrapport, maar ontbeert verwijzingen naar relevante onderdelen uit de rapportages. Een expliciete mapping tussen de elementen van de bow-tie voor bodemdaling en bevingen en de onderliggende notities in de verschillende bijlagen en referenties zou e.e.a. gemakkelijker traceerbaar maken. 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. De bow-tie’s geven hierdoor een illustratieve samenvatting van de studies.

NAM heeft de maximale realistische magnitudes berekend voor alle geselecteerde gasvelden. Voor gasveld “Coevorden Zechstein” zijn deze magnitudes het grootst (categorie

tot magnitudes 3,4). NAM stelt dat een dergelijke beving schade kan aanrichten maar geen structurele schade kan opleveren zodanig dat gebouwen instorten. Op basis hiervan geeft NAM aan dat er *geen* veiligheidsrisico is. In onze opinie kan niet met zekerheid worden gesteld dat er geen veiligheidsrisico bestaat. De berekende maximale magnitudes tezamen met de geringe opslinging in Drenthe geven wel aan dat het veiligheidsrisico waarschijnlijk gering is. Wij adviseren om in het vervolgtraject dan te stellen dat er sprake is van een *gering veiligheidsrisico* in plaats van *geen veiligheidsrisico*. Wij adviseren om dit veiligheidsrisico nader te specificeren.

6.5 Monitoring en beheersmaatregelen

Het seismische monitoringnetwerk van het KNMI kan alle bevingen registreren vanaf magnitude 1,5. NAM geeft aan additionele accelerometers te zullen plaatsen in Drenthe als hier wordt geïnjecteerd. In Twente zijn naast accelerometers ook nieuwe seismometers geplaatst. Het is onduidelijk waarom hier niet voor wordt gekozen in Drenthe. De aanbeveling van Ellsworth (Ellsworth, 2015), ook genoemd in de notitie “Toetsing Tussenrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek” (Deltares, 2016a), om voorafgaand aan injectie van productiewater in de gasvelden in Drenthe het monitoringstelsel zodanig te verbeteren dat kleinere magnitudes kunnen worden geobserveerd (magnitudes tussen 0,5 en 1,0) lijkt niet te worden opgevolgd, maar het punt wordt in het eindrapport niet specifiek behandeld.

Het “traffic light” systeem is door NAM op eenzelfde manier opgesteld voor Twente en voor Drenthe. Een toename in niveau (code geel) is vanaf magnitude 1,5. Eventuele maatregelen worden genomen vanaf code oranje (magnitudes groter dan 2,5). TNO (2016; kenmerk AGE 16-10.104) geeft aan dat seismische monitoring van de waterinjectie gericht op het waarnemen van lichte aardbevingen (magnitudes tussen de 0,5 en 1,0), waarbij geen schade optreedt, wel degelijk van belang is. Deze bevingen kunnen voorkomen als gevolg van koudefracking (zie paragraaf koudefracking). Als tegen de verwachting in dergelijke lichte bevingen worden geregistreerd, raden wij aan om wel aanvullende maatregelen te nemen (waaronder additioneel onderzoek). Om dit te doen dient de monitoring hier ook voor toegerust te zijn. Wij adviseren om in een volgende fase rekening te houden met zowel het nemen van aanvullende maatregelen bij lichte bevingen als geschikte monitoring.

Referenties

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

CE Delft, 2016, LCA-evaluatie verwerkingsalternatieven productiewater Schoonebeek. CE Delft publicatie 16.3H213.126.

Colorado School of Mines, 2009. An Integrated Framework for Treatment and Management of Produced Water, Technical assessment of produced water treatment technologies, 1st EDITION, November 2009.

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

Deltares, 2016a. Notitie inzake toetsing "Toetsing Tussenrapport Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek ". Deltaresnotitie nummer 1221062-002.

Deltares, 2016b. Brief inzake "Algemeen oordeel rapport Toetsing "Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek, Tussenrapport Alternatievenafweging". Deltaresbrief kenmerk 1221062-002-BGS-0008-lk.

Ellsworth, W.L., 2015. Review of Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields. <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2016/06/23/reviews-rapporten-waterinjectie-twente>.

Heijman, B. en A. Barnhoorn, 2016. Briefadvies "Contraexpertise verslag Afvalwaterinjectie in Noordoost-Twente", 17 februari 2016. Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology.

Ministerie van Economische Zaken, Nadere uitwerking voorkeursalternatieven verwerking productiewater Schoonebeek. Kamerbrief 22 november 2016 referentie DGETM / 16174086.

NAM, 2013. Waterinjectie Management Plan. EP201308203212.

NAM 2014a Geology description of the Twente gas fields: Tubbergen, Tubbergen-Mander and Rossum-Weerselo, report EP20130201845.

NAM 2014b. Halite dissolution modelling of water injection into Carbonate gas reservoirs with a Halite seal, report EP201310203080.

NAM 2014c, Subsidence caused by Halite dissolution due to water injection into depleted Carbonate reservoirs encased in halite. Report EP201310204177.

NAM, 2015a, Samenvatting jaarrapportage injectiewater monitoring kwaliteit injectiewater Twente. EP201504203634.

NAM, 2015b (2016 revisie). Threat assessment for induced seismicity in the Twente water disposal fields. EP201502207168.

NAM, 2015c. Technical evaluation of Twente water injection wells ROW3, ROW4, ROW7, ROW9, TUB7 and TUB10 3 years after start of injection. EP201410210164.

NAM, 2015d. Protocol seismische activiteit door waterinjectie - Addendum Waterinjectie Management Plan, Report: EP201502216336.

NAM, 2016a. Overkoepelende Analyse Ondergrondse Risico's Waterinjectie Twente. EP201503228132.

NAM, 2016b. Overkoepelende Risico Analyse Injectie van Schoonebeek Productiewater in Drenthe. EP201611205806.

NAM, 2016c. Beschrijving Schoonebeek productiewater injectie Alternatief: onder kleilagen en dicht bij de bron. EP201611204349.

NAM, 2016d. Seismic threat assessment for the potential injection and storage of produced water in the Drenthe Zechstein Carbonate reservoirs. EP201611202382.

NAM, 2016e. Seismisch risico volgens de SRA methode voor de voorkomens Schoonebeek ZE, Oosterhesselen ZE en Coevorden ZE. EP20161021051.

NAM, 2016f. Geochemical compatibility Of Schoonebeek oil field production water with Zechstein reservoirs. EP201611200959.

NAM, 2016g. Invulling minimalisatie van mijnbouw hulpstoffen binnen onshore NAM. EP201611206698.

Royal HaskoningDHV, 2016a. Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek; Tussenrapport alternatievenafweging. Referentie: I&BBD9591-100-100R001F02 .

Royal HaskoningDHV, 2016b. Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek; Weging van de alternatieven. Referentie: I&BBD9591-100-100R001F01.

Royal Haskoning DHV, 2016c. Overzicht van technologieën voor waterzuivering. BD9591R01-I&I-JS.

SAT, 2016. Bevindingen en op- en aanmerkingen op het document "Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek – Tussenrapport alternatievenafweging" van RoyalHaskoning DHV. Versie 1.0, 19 september 2016.

SAT-TC, 2016. Briefrapport "Overzicht met foutieve, onjuiste en misleidende beweringen". Stichting Stop Afvalwater Twente – Technische Commissie, 30 augustus 2016.

SAT, 2017. Eindrapport Stichting Stop Afvalwater Twente. Versie 1.0, 2017-01-17.

TNO, 2016a. Notitie "Waterinjectie in Twentse gasvelden". AGE 16-10.104, 25 november 2016.

TNO, 2016b. Seismiciteit onshore gasvelden Nederland. TNO rapport, TNO 2016 R10164, 21 juni 2016.

Reviews NAM rapporten m.b.t. 'Risico's zoutoplossing' en 'Seismic threat analysis'. SodM, juni 2016. <https://www.sodm.nl/documenten/publicaties/2016/06/23/7-evaluatie-reviews-waterinjectie>.

Bijlage A Kostenraming zuiveringsvariant Salttech

Kader

Ten behoeve van de herafweging zijn door Royal HaskoningDHV kostenramingen gemaakt voor zowel de zuivering- als de injectiealternatieven. Hierbij zijn zo volledig mogelijk alle kosten geschat, niet alleen de kosten voor de zuivering en injectie zelf, maar ook de kosten voor het implementeren van het alternatief in de bestaande situatie. Naast de LCA geven deze kostenramingen een basis voor de herafweging. Zoals in onze evaluatie in hoofdstuk 4 over de LCA is opgemerkt, gaat het ook wat betreft de kostenraming om een momentopname. Daarin zijn eventuele eigen risico's van aanbieders of bijdragen van derden niet verrekend.

Salttech heeft een budgetofferte gemaakt, waarin een kostenraming wordt gemaakt voor de Salttech zuiveringsvariant, gebaseerd op de Dyvar technologie. Deze budgetofferte is de basis voor de kostenberekening van Royal HaskoningDHV. Daarnaast heeft Salttech in de media laten weten het water voor 45M€ voor een periode van 10 jaar of voor 145 M€ voor een periode van 30 jaar te kunnen behandelen. Het doel van deze notitie is in te gaan op de vraag in hoeverre de kostenraming van Royal HaskoningDHV en de informatie van Salttech strijdig zijn.

In de voorgestelde zuivering wordt het zoute productiewater volledig gescheiden in zoet water en vast zout. De prijs voor zuivering van het productiewater uit Schoonebeek volgens het Salttech proces, zoals die door Royal HaskoningDHV in het Eindrapport berekend wordt, komt neer op 17 €/m³ berekend voor een periode van 10 jaar (501 M€, 8000 m³/dag, 10 jaar lang) of 14 €/m³ berekend voor een periode van 30 jaar (1045 M€, 7000 m³/dag, 30 jaar lang). Salttech claimt dit voor 1,70 €/m³ (45 M€ voor 10 jaar) of 1,30 €/m³ (145 M€ voor 30 jaar) te kunnen doen, dus aanzienlijk voordeliger.

Op grond van deze informatie worden de volgende vragen gesteld:

- 1 In hoeverre zijn de kostenschattingen van Royal HaskoningDHV en Salttech realistisch.
- 2 In hoeverre spreekt de informatie van Royal HaskoningDHV en Salttech elkaar tegen.

Vergelijking met andere processen

Om een indruk te krijgen in hoeverre deze prijzen reëel zijn, maken we een vergelijking met prijzen van vergelijkbare processen, zoals die in de literatuur te vinden zijn.

De kostenschatting die Royal HaskoningDHV berekent voor zowel de MVR als de Salttech variant zijn binnen de gehanteerde bandbreedte van -25%/+40% overeenkomstig aan de kosten die gerapporteerd worden voor een bestaand operationeel MVR-proces voor productiewater: de totale kosten voor het Aquapure¹-MVR proces zijn 21 \$/m³. Voor het Salttechproces is energie een belangrijke kostenpost. De door Royal HaskoningDHV gehanteerde waarde voor het energieverbruik stemt overeen met wat gerapporteerd wordt voor een Salttech installatie in Loving County, Texasⁱⁱ.

De prijs van Salttech (1.30 €/m³ - 1.70 €/m³) stemt overeen met die voor het produceren van drinkwater uit zeewaterⁱⁱⁱ. Bij dit proces wordt echter slechts 50% van het zeewater omgezet in drinkwater. De resterende 50% wordt een geconcentreerde zoutoplossing en er vindt dus geen volledige scheiding plaats van water en zout. De reden is, dat als men meer dan 50% van het water omzet in drinkwater de energiekosten dermate toenemen, dat het niet economisch rendabel is. Daarnaast treden er boven de 50% operationele problemen op

(scaling, te hoge osmotische druk). Salttech heeft de operationele problemen opgelost door het ontwikkelen van het Dyvar-concept, maar heeft nog wel steeds een grotere hoeveelheid energie nodig voor volledige scheiding. Het is onduidelijk of de kosten van deze grotere hoeveelheid energie zijn opgenomen in de kosten die door Salttech in de media genoemd worden.

Uit deze vergelijkingen kan men concluderen dat de in de media genoemde prijs van Salttech voor een volledige scheiding onrealistisch laag is.

Vergelijking Royal HaskoningDHV en Salttech

In het rapport van Royal HaskoningDHV worden de volgende Capex (investeringen in andere dan verbruiksgoederen) opgevoerd:

<i>Capex (M€)</i>	
Dyvar	40
Overige proces units	18
Andere posten	171

De Capex voor de Dyvar is conform de budgetofferte van Salttech. De overige procesunits zijn onder andere olieverwijdering, ammonia stripper en een GAC filter. Deze units staan wel in het processchema in de budgetofferte, maar maken geen deel uit van de in de budgetofferte gespecificeerde en voor de kostenberekening opgenomen apparatuur. Het is terecht dat deze overige procesunits door Royal HaskoningDHV opgevoerd zijn. Andere posten in de Capex zijn kosten gerelateerd aan de implementatie van het proces in de bestaande situatie, overhead en H₂S-mitigatie van de pijplijn. Deze kosten zijn noodzakelijk onderdeel van de kosten die gemaakt moeten worden om deze variant te realiseren en worden niet genoemd in de budgetofferte.

In het rapport van Royal HaskoningDHV worden de volgende Opex (terugkerende kosten) opgevoerd:

<i>Opex (M€/jaar)</i>	
Dyvar	17.1
Overige proces units	10.1
Andere posten	0

De Opex voor de Dyvar is conform de budgetofferte van Salttech. De overige Opex zijn voor een groot gedeelte kosten voor verwijdering van ammonia en waterstofsulfide. Op de verwijdering van ammonia wordt in de budgetofferte niet ingegaan. In de budgetofferte wordt aangenomen dat waterstofsulfide in de ontgassingsstap voorafgaand de ontzouting voor 100% wordt verwijderd. Deze aanname wordt niet onderbouwd, en is niet realistisch: waterstofsulfide zal in die stap maar voor een beperkt gedeelte worden verwijderd. Royal HaskoningDHV voeren terecht extra kosten op voor het verwijderen van ammonia en waterstofsulfide.

Royal HaskoningDHV voert voor de reststoffen een Opex van 1.5 M€/j op, terwijl Salttech stelt: "Ook moet nog worden opgemerkt dat opbrengsten uit zout en eventueel water nog NIET zijn opgenomen in de bedrijfsvoering. Deze kunnen een aanzienlijke besparing op de operationele kosten bewerkstelligen hetgeen in gezamenlijk overleg nog verder moet worden gespecificeerd."

Het proces levert 100 ton/dag wegezout op. De prijs voor wegezout in Nederland is circa 50 €/ton. Er is een potentiële opbrengst van 1,8 M€/jaar. De Opex van de Dyvar zijn 17 M€/jaar, en van het hele zuiveringsproces 27,2 M€/jaar. De potentiële opbrengsten van het zout zijn derhalve gering ten opzichte van de kosten van de zuivering. Verder is het niet aannemelijk gemaakt dat deze potentiële opbrengst gerealiseerd kan worden. Aan het verkopen van het zout zijn kosten voor opslag, vervoer en andere logistiek verbonden, en het is aannemelijk dat om het zout in de markt te zetten er tegen een aanzienlijk lagere prijs moet worden verkocht om huidige aanbieders van wegezout van de markt te kunnen verdringen. Naast het wegezout wordt er 100 ton/dag gemengd zout en andere afvalstromen geproduceerd, die tegen kosten moeten worden afgevoerd. Het is vooralsnog terecht dat Royal HaskoningDHV, ondanks de potentiële waarde van het wegezout, een negatieve waarde aan de reststromen toekent

De kosten van de operatie voor tien jaar worden door Royal HaskoningDHV berekend als Capex + 10*Opex. De kosten van de gehele operatie, dertig jaar kunnen worden afgeschat als Capex + 30*Opex.

Kosten voor 10 jaar (Capex + 10 jaar Opex) M€

Dyvar	211
Overige proces units	119
Andere posten	171
<i>Totaal</i>	<i>501</i>

Kosten voor 30 jaar (Capex + 30 jaar Opex) M€

Dyvar	553
Overige proces units	321
Andere posten	171
<i>Totaal</i>	<i>1045</i>

In deze berekeningen zijn de kosten voor de Dyvar gebaseerd op de budgetofferte van Salttech. De kosten voor het hele proces zijn 211 M€ voor tien jaar en 553 M€ voor dertig jaar. Dit wijkt aanzienlijk af van de 45M€ / 145M€ die Salttech in de media noemt, maar lijkt vooralsnog een verantwoorde schatting.

Conclusie

Op basis van bovenstaande kunnen de twee vragen over de kostenraming van waterzuivering gebaseerd op de Dyvar technologie worden beantwoord.

1. *In hoeverre zijn de kostenschattingen van Royal HaskoningDHV en Salttech realistisch.*
Wij concluderen dat de prijs van Salttech onrealistisch laag is. De kostenraming van RoyalHaskoningDHV is wel realistisch. Het verschil wordt vooral veroorzaakt door investeringen en operationele kosten met betrekking tot diverse noodzakelijke procesunits en andere posten, die door Salttech niet en door Royal HaskoningDHV wel begroot zijn.
2. *In hoeverre spreekt de informatie van Royal HaskoningDHV en Salttech elkaar tegen.*
Deze vraag kan puntsgewijs worden beantwoord:

- De kostenberekening van Royal HaskoningDHV is niet in strijd met de budgetofferte van Salttech, maar er zijn verschillende posten opgenomen die door Salttech niet begroot zijn en er is geen rekening gehouden met mogelijke opbrengsten van wegeenzout.
- In de 45M€ / 145M€ die Salttech in de media noemt zijn belangrijke onderdelen die in de budgetofferte van Salttech wel zijn genoemd, niet begroot.
- Salttech overschat de reductie van operationele kosten door de verkoop van wegeenzout.

ⁱ An Integrated Framework for Treatment and Management of Produced Water, TECHNICAL ASSESSMENT OF PRODUCED WATER TREATMENT TECHNOLOGIES, 1st EDITION, November 2009, Colorado School of Mines

ⁱⁱ <http://www.salttech.com/news/LOVINGCOUNTYDESALINATIONPROJECT.php>, 26-1-2017

ⁱⁱⁱ I.C. Karagiannis, P.G. Soldatos / Desalination 223 (2008) 448–456