

### 3 Managementsamenvatting

#### Kader

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

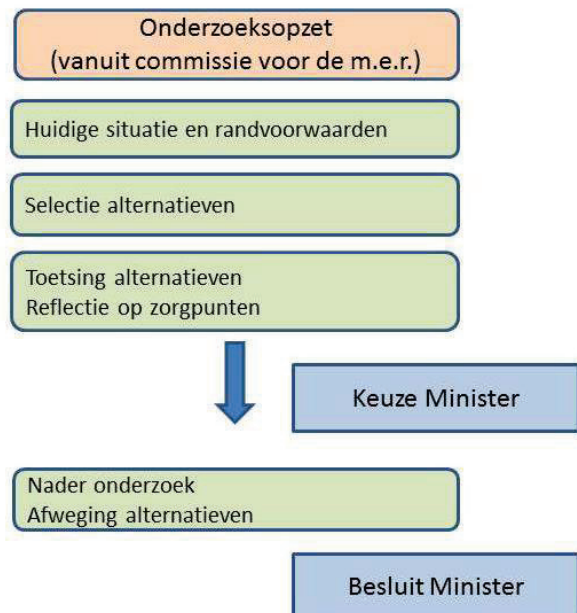
Toen NAM circa 10 jaar geleden besloot om weer olie te gaan winnen uit het Schoonebeekveld, is hiervoor in 2006 een Milieu Effect Rapportage (MER) opgesteld. De verwerking van productiewater via waterinjectie in Twente is in het MER als meest geschikte methode naar voren gekomen. In daarop in 2010 verleende waterinjectievergunningen is voorgeschreven, dat elke 6 jaar een herafweging gemaakt dient te worden of injectie in leeggeproduceerde gasvelden in Twente nog steeds de meest geschikte verwerkingsmethode voor het productiewater van Schoonebeek is.

#### Opzet van het onderzoek

De NAM is in 2015 al gestart met de in de vergunning voorgeschreven herafweging, om tegemoet te komen aan de vragen met betrekking tot waterinjectie in de regio Twente. Om te komen tot een transparant en compleet onderzoek, zijn onder meer de Begeleidingscommissie en de Commissie voor de m.e.r. gevraagd advies te geven over de onderzoeksopzet. De Commissie m.e.r. heeft geconstateerd, dat het een technisch onderzoek betreft, dat onderdeel uitmaakt van een brede bestuurlijke afweging over de mogelijke methoden voor verwerking van het productiewater.

#### Advies Commissie voor de m.e.r.

De Commissie stelt voor om eerst een onderzoek op hoofdlijnen uit te voeren en daarover te rapporteren in een tussenrapport. Het tussenrapport moet de mogelijke keuzes en de gevolgen van die keuzes overzichtelijk en toegankelijk maken. De Commissie heeft verder aangegeven, dat het wenselijk is dat de Minister van Economische Zaken op basis van dit tussenrapport op hoofdlijnen, betrokken partijen en belanghebbenden om advies vraagt. Dit stelt hem in staat één of enkele alternatieven aan te wijzen, om vervolgens nader uit te werken in de "afweging alternatieven". Dit proces leidt tot een eindrapportage op basis waarvan de Minister een besluit kan nemen.



### Zorgpuntennotitie

De herafweging bestaat uit een technisch onderzoek naar verschillende mogelijkheden om het productiewater te verwerken en een beschrijving van in de regio genoemde zorgpunten, welke mogelijk optreden bij de verschillende mogelijkheden. Een lekkage in de watertransportleiding en de discussie over eventuele schade hebben bij bewoners en betrokkenen in de regio Twente geleid tot een sterk gevoel van ongerustheid over veiligheid en gezondheid. In dit onderzoek zijn de vele vragen van de mensen uit de regio meegenomen. In een aparte zorgpuntennotitie is ingegaan op deze zorgpunten en is aangegeven in hoeverre de bevindingen van het onderzoek hier voldoende antwoord op kunnen geven.

Nut en noodzaak van de oliewinning zelf zijn geen onderwerp van het onderzoek, evenmin als de afweging tussen fossiele en duurzame vormen van energie.

### Huidige situatie oliewinning en randvoorwaarden

De huidige situatie is onderzocht om vast te stellen aan welke randvoorwaarden de alternatieven voor verwerking van productiewater dienen te voldoen. Onderstaand zijn de belangrijkste bevindingen en gebeurtenissen weergegeven.

Het huidige proces van oliewinning in Schoonebeek is circa 10 jaar geleden geheel opnieuw ontworpen waarbij alle faciliteiten op elkaar zijn afgestemd. De oliewinning bij Schoonebeek is in 2011 langzamer op gang gekomen dan oorspronkelijk voorzien. Hierdoor is ook minder productiewater beschikbaar gekomen dan verwacht. Als gevolg hiervan is tot halverwege 2015 ongeveer 5,4 miljoen m<sup>3</sup> productiewater in de Twentevelden geïnjecteerd, terwijl ruim 12 miljoen m<sup>3</sup> was voorzien. De samenstelling van het productiewater is vergelijkbaar met de verwachtingen zoals beschreven in verleende waterinjectievergunningen. Wel is er een toename van de hoeveelheid H<sub>2</sub>S in het oliewatermengsel in Schoonebeek geconstateerd. Bij de winputten wordt een H<sub>2</sub>S-binder aan het oliewatermengsel toegevoegd om te voorkomen dat de H<sub>2</sub>S de pijpleidingen van de winputten naar de Oliebehandelingsinstallatie (OBI) in Schoonebeek aantasten.

De waterinjectie heeft afgelopen jaren in Twente plaatsgevonden in drie leeg geproduceerde gasvelden; Rossum-Weerselo, Tubbergen-Mander en Tubbergen. Deze velden bestaan in de diepe ondergrond, tussen circa 1.100 en 1.800 meter diepte, uit meerdere reservoirs die onafhankelijk van elkaar water kunnen bevatten. De reservoirs worden gevormd door gesteente waar in de poriën het water kan worden opgeslagen. De ervaring van de afgelopen jaren leert dat de reservoirs in kalksteenformaties goed water opnemen, maar dat dit in zandsteenformaties juist veel moeizamer verloopt. Dit heeft er toe geleid dat de inschatting nu is dat de totale capaciteit voor wateropslag van de Twentevelden nog circa 50 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt.

Dit is onvoldoende voor de gehele oliewinningsperiode, waarin naar verwachting nog 75 miljoen m<sup>3</sup> productiewater verwerkt moet worden. Dit betekent dat ook bij continuering van waterinjectie in Twente de NAM in de nabije toekomst aanvullend andere opties voor het verwerken van productiewater nodig heeft. Het huidige onderzoek is zodoende voor NAM van wezenlijk belang voor het afwegen van opties voor de toekomstige verwerking van productiewater uit Schoonebeek.

Vanaf de OBI wordt het productiewater via een watertransportleiding naar de injectievelden in Twente gebracht. In april 2015 is in deze transportleiding nabij Hardenberg een lek ontdekt. Het lek betrof een klein gat (enkele mm) in de leiding waarbij productiewater in de omgeving van de lekkage in de bodem en op het maaiveld is gekomen. De transportleiding bleek van binnenuit aangetast door bacteriële corrosie. De lekkage is verholpen en de bodem- en grondwaterverontreiniging is gesaneerd. Bij het nader onderzoek van de transportleiding bleek dat op meerdere plaatsen corrosie werd geconstateerd. Als gevolg hiervan is in juni 2015 de oliewinning stilgelegd, totdat afvoer van het productiewater weer mogelijk

is. Als tijdelijke reparatiemaatregel is in november 2015 besloten een pijp-in-pijp constructie toe te passen. Hiermee is een nieuwe kunststofleiding in de bestaande koolstofstalenleiding aangebracht. De oliewinning kon daarmee weer worden gestart, maar met een lagere productiehoeveelheid aangezien de afvoercapaciteit door de pijp-in-pijp constructie beperkt is tot circa 3.000 m<sup>3</sup> per dag. De olieproductie en waterinjectie zijn in september 2016 weer opgestart.

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

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

### Selectie alternatieven uit de uitgebreide lijst

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

Vanuit de uitgebreide lijst is een selectie gemaakt van meest kansrijke alternatieven. Het is de bedoeling in de herafweging duidelijk verschillende oplossingsrichtingen met elkaar te vergelijken. Daarvoor is de uitgebreide lijst geclusterd naar verschillende typen oplossingen en per cluster is de meest kansrijke optie geselecteerd.

Deze selectieprocedure is besproken met de bestuurlijke Begeleidingscommissie, waarin betrokken bestuurders van de provincie Overijssel en Drenthe, de gemeenten Tubbergen, Dinkelland, Coevorden en Emmen en het waterschap Vechtstromen de zorgvuldigheid van het proces hebben bewaakt. De TU Delft heeft op verzoek van de Begeleidingscommissie de gehanteerde selectie getoetst en ondersteund. Dit heeft geleid tot vier alternatieven en een referentiesituatie (voortgaan met de huidige waterinjectie in Twente), die verder zijn uitgewerkt.

### Toelichting alternatieven

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

Bij de beschrijving van de alternatieven wordt onderscheid gemaakt tussen de biosfeer en de diepe ondergrond. De biosfeer is ons leefmilieu en beslaat de ruimte boven het maaiveld en het gedeelte van de bodem tot circa 500 meter onder maaiveld. De biosfeer is van belang vanwege het aanwezige zoete grondwater, dat de bron vormt voor drinkwater, maar tevens voor de cyclus van infiltratie en kwel

waarmee natuurgebieden worden gevoed. De milieuwetgeving is dan ook bestemd om de biosfeer zo goed mogelijk te beschermen. Onder de biosfeer (dieper dan 500 meter onder maaiveld) bevindt zich de diepe ondergrond, met gesteentelagen waarin zich zoutwater, aardolie, aardgas en andere gassen bevinden. De milieuwetgeving voor de biosfeer is niet van toepassing op de diepe ondergrond, behalve daar waar activiteiten in de diepe ondergrond invloed hebben op de biosfeer.

- Het eerste alternatief** is gebaseerd op een volledige zuivering van het productiewater, zodanig dat de resterende waterstroom schoon en zoet genoeg is om op het oppervlaktewater te lozen. Hiermee komen het water en alle stoffen die uit het productiewater gezuiverd worden in de biosfeer terecht. De waterzuivering bestaat uit destillatie en kristallisatie, en levert een gemengd zout dat geen nuttige toepassing heeft, maar bovengronds gestort moet worden. De hoeveelheid te storten zout bedraagt 200 ton per dag, afnemend naar 60 ton aan het eind van de oliewinningsperiode. Met behulp van een complexe extra zuiveringstap kunnen puur zout en kalk worden geproduceerd, welke mogelijk herbruikbaar zouden kunnen zijn. Voor deze optimalisatie is onderzocht of er een afnemersmarkt aanwezig is voor hergebruik van deze producten. Vanwege de hoge kwaliteitseisen die gelden voor deze producten is dat niet het geval, maar wellicht dat dit komende jaren alsnog mogelijk blijkt. Navraag bij de (technische) leveranciers geeft aan dat nieuwe zuiveringstechnieken met behulp van membranen voorsnog niet robuust zijn voor toepassing op productiewater zoals vrijkomt bij de oliewinning bij Schoonebeek.
- Het tweede alternatief** bestaat uit het verwijderen van stoffen uit het productiewater, zodanig dat er schoon zoutwater overblijft. Hierdoor is de hoeveelheid reststoffen veel beperkter dan bij het eerste alternatief. Er wordt gebruik gemaakt van een biologische zuivering. Het schone zoutwater kan met een pijpleiding worden afgevoerd naar zee, in de Eems. Hierbij kan worden aangesloten op bestaande pijpleidingen van bedrijven, die daarmee hun afvalwater momenteel ook al afvoeren naar de Eems. De lozing zelf heeft een beperkt milieueffect in de Eems. Maar bij een calamiteit, wanneer de biologische zuivering niet goed zou functioneren, kunnen er alsnog ongewenste stoffen in de Eems komen en tijdelijk tot verstoring leiden. Dit wordt als een risico gezien, vanwege de aanwezige natuurgebieden nabij het lozingspunt. Hiervoor moeten bij verdere uitwerking van het alternatief mitigerende maatregelen ontwikkeld worden. Tevens zal dan onderzocht moeten worden of deze tijdelijke verstoring daadwerkelijk significant negatieve effecten zal hebben in het ontvangende watersysteem.
- Het derde alternatief** is vergelijkbaar met het eerste alternatief, waarbij de waterzuivering uit destillatie bestaat, maar zonder kristallisatie. Hierdoor ontstaat een schoon water stroom die geloosd kan worden op het oppervlaktewater (circa 75% van de hoeveelheid productiewater) en een ingedikte waterstroom met hogere concentraties, aangeduid als brijn. Het brijn wordt geïnjecteerd in leeg geproduceerde gasvelden. De hogere concentraties van het brijn leiden tot toename van de viscositeit ten opzichte van het huidige productiewater. Dit kan bij vergelijkbare hoeveelheid waterinjectie per put, tot hogere injectiedrukken leiden. Bij dit alternatief vindt waterinjectie echter plaats in kalkreservoirs met hoge permeabiliteit van het gesteente. Hier wordt geen wezenlijk verschil in injectiviteit verwacht ten gevolge van de hogere viscositeit van het brijn. Bij de nadere uitwerking zal desondanks bepaald worden hoeveel productiewater met een hogere viscositeit per put kan worden geïnjecteerd. Doordat de hoeveelheid slechts 25% bedraagt van de hoeveelheid productiewater, is minder opslagcapaciteit nodig. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van het Rossum-Weerselo veld of een gasveld in Drenthe.
- Het vierde alternatief** beschrijft de mogelijkheid de totale hoeveelheid productiewater te injecteren in leeg geproduceerde gasvelden in Twente en Drenthe. Daarbij zijn de velden Rossum-Weerselo, Schoonebeek Gas en Coevorden geselecteerd. Bij dit alternatief zijn varianten onderzocht waarbij minder mijnbouwhulpstoffen worden toegepast. Dit is mogelijk door een aantal bestaande leidingen in Drenthe te vervangen door leidingen met specifieke eigenschappen, waarbij de Twente locaties Tubbergen Mander en Tubbergen (Springendal) niet worden gebruikt. Tevens is een beperkte waterzuivering onderzocht om te voorkomen dat specifieke stoffen in de transportleidingen en in de

diepe ondergrond komen. Het effect van de gebruikte mijnbouwhulpstoffen of afbraakproducten hiervan op het gesteente wordt als verwaarloosbaar ingeschat. Dit is gebaseerd op de eerdere ervaringen met waterinjectie, waarbij geen veranderingen in injectiviteit zijn opgemerkt die zouden kunnen wijzen op vorming van vaste neerslag dan wel oplossing van het reservoir gesteente.

Er is tevens een referentiesituatie in beeld gebracht, waarbij alle beschikbare waterinjectielocaties in Twente optimaal worden benut. Dit vormt geen vergelijkbaar alternatief, aangezien in de referentiesituatie, zoals bovenstaand beschreven, de totale capaciteit voor wateropslag van de Twentevelden circa 50 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt, in plaats van de benodigde 75 miljoen m<sup>3</sup> productiewater. De referentiesituatie is naast de alternatieven weergegeven om duidelijk te maken hoe waterinjectie onder de huidige omstandigheden vervolgd kan worden. Hierbij is aangenomen dat er afhankelijk van de benodigde capaciteit een nieuwe, grotere watertransportleiding naar Rossum Weerselo Centraal in Twente aangelegd moet worden omdat de huidige pijp-in-pijp constructie onvoldoende transportcapaciteit heeft. Verder is hierbij aangenomen dat er vanaf Rossum Weerselo Centraal mogelijk een aantal oude koolstofstalen transportleidingen naar de injectielocaties Tubbergen en Tubbergen Mander vervangen moeten worden door leidingen van ander materiaal om corrosie van de huidige leidingen te voorkomen.

## Toetsing alternatieven met behulp van CE-afwegingsmethodiek

De alternatieven zijn onderling vergeleken met behulp van de CE-afwegingsmethodiek. Deze is ook bij het MER in 2006 toegepast. Voor de afweging op hoofdlijnen is de CE-afwegingsmethodiek eveneens op hoofdlijnen gevolgd, zoals gevraagd door de Commissie voor de m.e.r. Hiermee ontstaat zicht op de belangrijkste keuzes en consequenties van de alternatieven. De CE afwegingsmethodiek is bedoeld om de keuzes tussen verwerking van geproduceerd water in de olie- en gasindustrie in de biosfeer of in de diepe ondergrond in beeld te brengen. De uitwerking op hoofdlijnen heeft betrekking op de vier hoofdcomponenten van de CE afweging; (1) milieueffecten, (2) korte termijn risico's, (3) lange termijn risico's en (4) kosten.

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

- 1) De totale afweging van milieugevolgen van het te kiezen alternatief zal uiteindelijk in een nieuwe MER of aanpassing van het MER moeten plaatsvinden. Het MER in 2006 geeft de verwachting dat hierin verschillen zullen optreden tussen alternatieven, maar dat hierdoor alternatieven niet worden uitgesloten. In dit onderzoek op hoofdlijnen heeft daarom geen totale afweging van de milieugevolgen plaatsgevonden. Het onderzoek is gericht op die aspecten die naar verwachting de meeste invloed zullen hebben op een Levenscyclus analyse (LCA), zoals deze naderhand zal worden uitgevoerd bij de meer gedetailleerde CE-afweging. In het onderzoek is specifiek gekeken naar het energieverbruik, het gebruik en fabricage van chemicaliën (vooral complexe chemicaliën zoals biocide en H<sub>2</sub>S-remmer) en de verwerking van reststoffen.
- 2) De korte termijn risico's gedurende de operationele fase van oliewinning tot ongeveer 2050 zijn in beeld gebracht, waarbij is aangegeven in hoeverre dit reguliere risico's zijn bij industriële activiteiten. Daar waar mogelijk is er van uitgegaan dat realistische beheersmaatregelen om de risico's te beperken worden toegepast. Bij de risico's wordt meegenomen in hoeverre met behulp van monitoring de eventuele gevolgen beperkt kunnen blijven. Voor de alternatieven met waterinjectie is specifiek gekeken naar het risico van aardbevingen. Voor de Twentevelden zijn gedetailleerde studies uitgevoerd en is al enige jaren ervaring met waterinjectie en meer recentelijk, gedetailleerde seismische monitoring. Voor de Drenthevelden is een beperkte risicoanalyse uitgevoerd waarbij,

naast ondergrondse aspecten, tevens de bebouwing op het maaiveld is meegewogen. Alleen reservoirs en putten met lage aardbevingsrisico's zijn in de alternatieven meegenomen.

- 3) De risico's voor de lange termijn zijn gericht op mogelijke gevolgen voor de volgende generaties. Het is ongewenst als bij een alternatief een probleem of duidelijk risico voor de langere termijn niet is opgelost. Indien waterinjectie in Drenthe in het vervolgonderzoek nader onderzocht wordt, zullen de uiteindelijke injectievelen en –putten gekozen worden. Het is daarom nu nog niet mogelijk om een volledige risicobepaling van de korte en lange termijn risico's uit te voeren. In dat geval zal voor de vervolgstudie deze volledige risicobepaling uitgevoerd worden (o.a. voor risico's van aardbevingen, lekkage en bodemdaling door zoutoplossing). Hierbij hoort ook een draaiboek voor het monitoringsprogramma. Het ligt voor de hand om deze analyse verder uit te werken in de volgende fase, onder andere door de nieuwe door Staatstoezicht op de Mijnen voor gaswinning voorgeschreven aardbevingsrisico bepalingsmethode toe te passen, en daarbij te benoemen in hoeverre deze van toepassing kan zijn op waterinjectie.
- 4) De initiële investeringskosten zijn geraamd voor de aanleg van waterzuivering, transportleidingen, lozing van water, verwerking restproducten en waterinjectie. Aanvullend zijn de kosten voor de operationele bedrijfsvoering bepaald voor de verschillende alternatieven. Bij elkaar geeft dit een indicatie van de kosten per alternatief. Het gehele project zal van 2022 tot en met 2050 nog ongeveer 28 jaar duren. Om het gewicht van operationele kosten vergelijkbaar te maken met die van investeringen, is het gebruikelijk een netto-contante-waarde berekening op de operationele kosten toe te passen. Een goede benadering voor de netto-contante-waarde van de operationele kosten over deze 28 jaar periode komt neer op circa 10 keer de operationele kosten van 2022, gebaseerd op in de industrie gangbare discount factoren. Deze benadering is in dit rapport gebruikt.

## Weergave van de bevindingen in Tabel 1

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

In de onderstaande tabel 1 zijn de belangrijkste bevindingen van de afweging op hoofdlijnen voor alternatieven en de referentiesituatie weergegeven.

## Bevindingen van het onderzoek

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

Tabel 1: Samenvatting bevindingen CE-toetsing alternatieven op hoofdlijnen

Alternatieven	Milieueffecten	Risico korte termijn (tijdens injectie )	Risico lange termijn (na afloop injectie)
<b>Alternatief 1:</b> Vast zoutproduct	Energieverbruik voor destillatie en kristallisatie, veel reststoffen (- -)	Wegtransport afvoer van restproducten  (- -)	Uitloging van zouten vanuit de stortplaats  (- -)
<b>Alternatief 2:</b> Zoutwater naar zee	Afvoer zout met overige stoffen in Eems  (0/-)	Verontreiniging van de Eems, en verspreiding naar natuurgebied (- -)	Geen  (0)
<b>Alternatief 3:</b> Injectie brijn	Energieverbruik voor destillatie, chemicaliën voor mijnbouwhulpstoffen (- -)	Lokaal transport, aardbevingen  (-)	Zoutoplossing of gaslekage bij de put  (-)
<b>Alternatief 4, Variant met minimale hoeveelheid mijnbouwhulpstoffen:</b> Waterinjectie in Drenthe en Twente	chemicaliën voor mijnbouwhulpstoffen  (0/-)	Lokaal transport, aardbevingen  (-)	Zoutoplossing of gaslekage bij de put  (-)
<b>Referentie Twente</b>	chemicaliën voor mijnbouwhulpstoffen  (0/-)	Lokaal transport, aardbevingen  (-)	Zoutoplossing of gaslekage bij de put  (-)

Toelichting classificatie Voor de milieu- en risicocomponenten in de toetsing

Score	Milieu effect	Risico (korte / lange termijn)
(0)	geen effect	risico nihil
(0/-)	vrijwel geen effecten	
(-)	gebruikelijk / normaal bij industriële processen, kleinschalig en tijdelijk effect	risico beperkt, acceptabel
(-/-)	negatief effect, waarvoor beperkende maatregelen onderzocht moeten worden	risico zodanig dat waar mogelijk mitigerende maatregelen toegepast moeten worden
(--)	significant negatief effect, waarvoor beperkende maatregelen onderzocht moeten worden	risico zodanig dat waar mogelijk mitigerende maatregelen toegepast moeten worden
(---)	doorslaggevend groot negatief effect, blokkade voor uitvoering	risico zodanig groot dat alternatief / variant niet uitvoerbaar is

Tabel 1 geeft een overzicht van de milieueffecten, risico's op korte termijn (gedurende de operationele fase) en risico's op lange termijn. De kostenschattingen voor de verschillende alternatieven worden onderstaand toegelicht.

### Afweging van de geraamde kosten

Bij de uitwerking zijn de te verwachten kosten (investeringskosten plus de contante waarde van de operationele kosten) in beeld gebracht, zonder na te gaan in hoeverre dit commercieel daadwerkelijk realiseerbaar is. Op basis van deze berekening komen de kosten voor het alternatief met volledige

zuivering tot een vast zoutproduct uit op afgerond € 635 miljoen. Afvoer van gezuiverd zoutwater naar de Eems is geraamd op afgerond € 290 miljoen. Voor het indikken van het productiewater tot brijn en de injectie van deze gereduceerde volumestroom bedragen de geraamde kosten € 335 miljoen. De kosten van waterinjectie in de Twente en Drenthe velden gecombineerd bedragen minimaal € 75 miljoen. Dit bedrag kan tot € 245 miljoen oplopen afhankelijk van aanvullende maatregelen, waarmee de waterkwaliteit in oplopende mate verbeterd wordt. Voorzetting van waterinjectie uitsluitend in de Twentevelden zal naar verwachting afgerond € 145 miljoen kosten, mede vanwege de in dit geval benodigde vervanging van de pijp-in-pijp leiding.

### **Alternatieven en varianten kunnen bij verdere uitwerking verandering in effecten geven**

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

### **Voorlopig inzicht effecten en risico's bij waterzuivering**

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

### **Voorlopig inzicht in risico's waterinjectie**

Analyse van de risico's laat zien dat er bij benutting van de diepe ondergrond keuzes gemaakt kunnen worden waardoor de kans op negatieve effecten gering is. De ervaring in Nederland tot nu toe laat zien dat onder de juiste omstandigheden waterinjectie veilig en zonder gevaar voor de gezondheid kan plaatsvinden. Dit vraagt voorafgaand aan de definitieve selectie van reservoirs en injectieputten en in de ontwerp fase aandacht voor het minimaliseren van het risico op aardbevingen en zoutoplossing.

### **Onderzoek naar mogelijke mechanismen van zoutoplossing**

Bij de onzekerheden over ondergrondse opslag van productiewater, komt de vraag in hoeverre de daar aanwezige zoutlagen oplossen in het productiewater en zo tot instabiliteit van de ondergrond kunnen leiden. NAM heeft meerdere onderzoeken op dit gebied uitgevoerd en deze onderzoeken bij SodM en andere externe instanties laten toetsen. Hieruit blijkt dat zoutoplossing in de ondergrond in alle scenario's onwaarschijnlijk is, zodat de risico's minimaal zijn. Monitoring zal zich richten op putinspecties en voldoende nauwkeurige bodemdaling- en aardbevingsmetingen.

### **Afweging investeringskosten lange termijn**

De noodzakelijkheid van olieproductie, in het licht van de energietransitie, kan op termijn mogelijk onzeker worden, zodat niet met zekerheid valt vast te stellen dat de oliewinning inderdaad tot 2050 door zal gaan. Hiermee dient bij alternatieven met hogere investeringskosten rekening gehouden te worden.

## **Maatschappelijk dialoog en de keuze van de minister**

Nadat het Tussenrapport en de Zorgpuntennotitie zijn ingediend bij het Ministerie van Economische Zaken, zijn de Commissie voor de m.e.r., Deltares en TU Delft gevraagd de rapporten te toetsen en met bevindingen te komen. Dit heeft uiteindelijk geleid tot een aangepaste samenvatting van het Tussenrapport en een notitie met toelichting vanuit NAM en RHDHV. De Minister heeft daarnaast de betrokken instanties gevraagd hun mening kenbaar te maken. Op basis van deze bevindingen heeft de Minister een besluit genomen over het vervolg van de Herafweging. In het besluit vraagt de Minister NAM het zuiveringsalternatief (Alternatief 1) nader uit te werken, met speciale aandacht voor nieuw naar voren



gebrachte zuiveringsvarianten van Saltech en TU Delft. Daarnaast vraagt de Minister het waterinjectie alternatief, waterinjectie in Twente- en Drenthevelden (Alternatief 4), en het alternatief van het burgerinitiatief van de Stichting Stop Afvalwater Twente (SAT), waterinjectie in Drenthevelden boven de Zechsteinformaties (Alternatief 5), in de onderlinge vergelijking van alternatieven mee te nemen.

### **Opzet weging alternatieven**

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

### **Nader onderzoek**

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

In workshops is door de technische experts van Saltech, NAM, Shell en Royal HaskoningDHV naar de DyVaR waterzuivering gekeken. Deze is uitgewerkt zodat overeenstemming bereikt is over het gehele zuiveringsproces en de restproducten. Met behulp van DyVaR ontstaat ongeveer 50% vrijwel zuiver zout (NaCl) als restproduct, wat potentieel herbruikbaar is, en 50% gemengd restzout dat moet worden opgeslagen. Dat is een aanzienlijke verbetering van de variant zoals gepresenteerd in het Tussenrapport. De Electro Dialyse van TU Delft is op vergelijkbare wijze doorgenomen, hoewel in deze variant nog wat meer aannames en schattingen gemaakt moesten worden, doordat onderdelen nog niet volledig uit ontwikkeld zijn. Het resterende product van deze techniek bestaat voor ongeveer 80% uit vrijwel zuiver zout (NaCl), en voor 20% uit gemengd restzout dat opgeslagen moet worden. Beide varianten leveren ook een aanzienlijke afname in energiegebruik en daarmee samenhangende milieueffecten en kosten, vergeleken met de variant in het tussenrapport.

Voor de mijnbouwhulpstoffen, stoffen die worden toegevoegd om het productieproces te optimaliseren, is een overzicht gegeven op welke manier het gebruik ervan te minimaliseren of zelfs te vermijden is. Daarbij is vooral gekeken naar het gebruik van biocide, H<sub>2</sub>S-binder en corrosieremmer. Het blijkt dat de hoeveelheid gebruikte hulpstoffen verder geminimaliseerd kan worden door het vervangen van transportleidingen. Verder is er voortgaand onderzoek naar minimalisering van de dosering mijnbouwhulpstoffen en naar niet-chemische technieken om gebruik van mijnbouwhulpstoffen te reduceren.

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

## Weging alternatieven

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

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

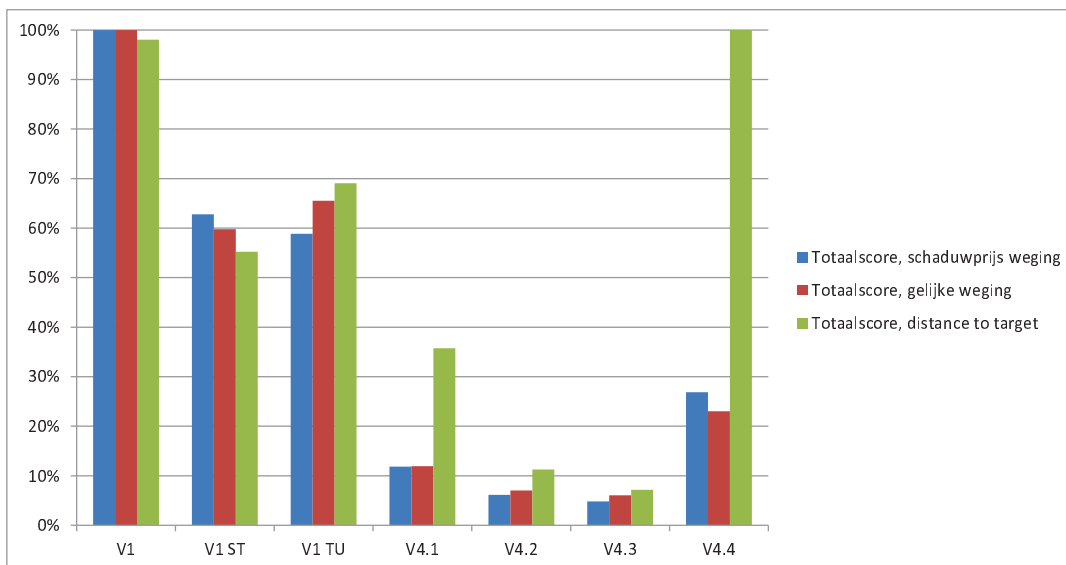
De doelmatigheidstoets bestaat aansluitend uit de Levenscyclusanalyse (LCA), een uitwerking van de korte en lange termijn risico's en een analyse van de kosten per variant.

### LCA totaalscore milieu

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

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

Opvallend in figuur 1 is het verschil in totaalscore voor de waterzuiveringsvarianten (aangeduid met V1) ten opzichte van de waterinjectievarianten (aangeduid met V4). De totaalscore van de waterzuiveringsvarianten (V1) bevindt zich tussen 55% en 100%, terwijl de injectievarianten zonder zuivering (V4.1, V4.2 en V4.3) uitkomen tussen 5% en 11%, voor het ongewogen totaal en de schaduwprijsweging. Voor de totaalscore op distance to target varieert de score tussen 8% en 35%. De injectievariant met aanvullend zuivering (V4.4) ligt er tussenin voor wat betreft het ongewogen totaal en de schaduwprijsweging en heeft een uitschieter naar 100% in de totaalscore op distance to target



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

### Korte termijn risico's, gedurende de periode van oliewinning

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

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

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

### Kosten

De kosten zijn bepaald aan de hand van de investeringen en operationele kosten. Voor de investeringen voor de nieuw te ontwerpen zuiveringsvarianten zijn nog geen nauwkeurige waarden beschikbaar. Hier is een redelijke benadering gedaan, in samenspraak met de leveranciers en ontwikkelaars. Om de operationele kosten op de juiste wijze te kunnen meewegen is als benadering een netto-contante-waarde berekening gedaan waarbij de kosten voor de gehele winperiode gelijk gesteld zijn aan 10 keer de kosten in het maatgevende jaar 2022. Uit de vergelijking blijkt dat de verschillende varianten van de waterzuivering aanzienlijk duurder zijn dan de waterinjectievarianten. Hierbij valt wel op dat de Salttech en

TU Delft varianten een aanzienlijk verbetering in operationele kosten hebben ten opzichte van de variant gepresenteerd in het Tussenrapport.

### Overzicht

In het onderstaande overzicht zijn de belangrijkste conclusies samengebracht.

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

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

Toelichting scores:

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

### Bevindingen

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

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

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

- Bij variant 4.2 heeft het verminderen van biocide gebruik een positief effect op milieu en korte termijn risico, met hogere kosten.
- Bij variant 4.3 heeft verdere beperking van het gebruik van H<sub>2</sub>S-binder ten opzichte van variant 4.2 een iets betere milieuscore, maar geen verbetering van het risico en hogere kosten

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

### **Vervolg**

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