

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Waterstromen van oliewinning

LCA in het kader van MER
Herontwikkeling olieveld
Schoonebeek

Rapport

Delft, 17 maart 2006

Opgesteld door: H.J. (Harry) Croezen
J. (Jessica) van Swigchem

Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

H.J. (Harry) Croezen, J. (Jessica) van Swigchem
Waterstromen van oliewinning
LCA in het kader van MER Herontwikkeling olieveld Schoonebeek
Delft, CE, 2006

Publicatienummer:

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Opdrachtgever Nederlandse Aardolie Maatschappij
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider H.J. Croezen

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE-Transform

Visies voor duurzame verandering

CE-Transform, een business unit van CE, adviseert en begeleidt bedrijven en overheden bij veranderingen gericht op duurzame ontwikkeling.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Voorwoord

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doel en opzet van dit onderzoek	3
1.3	Leeswijzer	4
2	Achtergrond	5
2.1	Waterstromen bij oliewinning	5
3	Werkwijze en uitvoering	7
3.1	Afbakening van het project	7
3.1.1	Beschouwde waterstromen en aangehouden functionele eenheid	7
3.1.2	Beschouwde alternatieven	8
3.1.3	Kwaliteit van de beschouwde waterstromen	10
3.2	Methodiek	10
3.3	Achtergrond gegevens	13
4	Voorkeursalternatief	15
4.1	Beschrijving	15
4.2	Bedrijfsmiddelen en transporten	16
4.3	Emissies	16
4.4	Bijdragen aan milieuthema's	17
5	Alternatief A: injectie na beperkte zuivering	19
5.1	Beschrijving	19
5.2	Bedrijfsmiddelen en transporten	20
5.3	Milieubelasting	20
6	Alternatief B: zuivering en hergebruik, geen injectie	23
6.1	Beschrijving	23
6.2	Bedrijfsmiddelen en transporten	24
6.2.1	MVC en kristallisatie eenheid	24
6.2.2	Bedrijfsmiddelen voor stort van ingedampt zout.	25
6.3	Emissies	26
6.4	Bijdrage aan milieuthema's	27
6.4.1	Bijdragen van bedrijfsmiddelen en transporten	27
6.4.2	Bijdragen door emissies	28
6.4.3	Totaal overzicht	29
7	Vergelijking van alternatieven	31
8	Verwijdering van teruggeproduceerde operationele vloeistoffen geanalyseerd	37
8.1	Aard van teruggeproduceerde operationele vloeistoffen	37
8.2	Resultaten uit eerdere analyse	38
8.3	Analyse voor de in deze studie beschouwde verwijderingsalternatieven	39

Samenvatting

De NAM heeft vergunning aangevraagd voor winning van aardolie uit het Schoonebeeker veld in Zuidoost-Drenthe en injectie van de daarbij vrijkomende waterstromen in gedepleteerde gasvelden in Overijssel.

Het betreft een nieuw initiatief waarbij heavy crude wordt gewonnen door injectie van hoge druk stoom in het reservoir. Hierbij komen onvermijdelijk waterstromen vrij, die vervolgens moeten worden verwijderd. Dit kan in de diepe ondergrond, waarbij het wordt geïnjecteerd in gedepleteerde gasvelden in Drenthe of Twente. Ook kan dit bovengronds gebeuren, door reiniging en lozing van het water. Een combinatie van beide behoort ook tot de mogelijkheden.

Voor Schoonebeek zijn de milieueffecten van de verwijdering van de bij oliewinning vrijkomende waterstromen in beeld gebracht. Het gaat daarbij om productiewater, operationele vloeistoffen en spoel-, spuit- en ketelspuiwater. Dit is gedaan voor vier alternatieve verwijderingsroutes voor deze waterstromen, te weten:

- basialternatief: injectie in Drentse gedepleteerde gasvelden;
- voorkeursalternatief: injectie in Twentse gedepleteerde gasvelden;
- alternatief A: injectie na beperkte zuivering;
- alternatief B: zuivering, hergebruik, geen injectie.

Het voorkeursalternatief, het basialternatief en alternatief A (injectie na beperkte zuivering) geven vrijwel gelijke gewogen bijdragen omdat de milieubelasting in deze alternatieven voornamelijk samenhangt met het gebruik van elektriciteit voor injectie.

De LCA laat zien dat alternatief B tot een aanzienlijk grotere milieubelasting leidt dan de andere alternatieven, hetgeen voor alle drie de waterstromen het geval is. Dit is het gevolg van het aanzienlijk groter gebruik aan chemicaliën en energie: de waterstromen worden ingedampt waardoor een residu wordt geproduceerd dat bovengronds wordt opgeslagen en waarbij de opslag op termijn leidt tot verontreiniging van de bodem.

De milieubelasting van dit alternatief vermindert echter substantieel na circa 5 jaar, wanneer de in de bodem aanwezige zoutoplossingen uitgeput zullen zijn.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De NAM heeft vergunning aangevraagd voor winning van aardolie uit het Schoonebeeker veld in Zuidoost-Drenthe en injectie van de daarbij vrijkomende waterstromen in gedepleteerde gasvelden in Overijssel.

Het betreft een nieuw initiatief waarbij heavy crude wordt gewonnen door injectie van hoge druk stoom in het reservoir. De stoom verlaagt door warmteoverdracht de viscositeit van de olie. Het condensaat en formatiewater worden met de olie mee teruggeproduceerd als productiewater en dienen te worden verwijderd. Naast productiewater ontstaan bij de oliewinning kleinere volumes ketelspui water, spoel en spuit water en verbruikte – of teruggeproduceerde - operationele vloeistoffen (stimulatievloeistof, doodpompvloeistof).

Beoogd wordt ketelvoedingswater voor stoomproductie te betrekken van een ander bedrijf. Bij de oliewinning vrijkomend productiewater en andere waterstromen wil de initiatiefnemer verwijderen middels injectie in gedepleteerde gasvelden in Twente.

In het kader van de aanvraag wordt door Haskoning voor NAM een MER opgesteld.

1.2 Doel en opzet van dit onderzoek

NAM heeft CE gevraagd om de voor de MER benodigde LCA uit te voeren, mede vanwege de rol die CE heeft gespeeld bij het vormgeven van het afwegingskader en vergunningverlening rond verwijdering van waterstromen van gas- en olie winning. Bovendien heeft CE inmiddels een goed inzicht in de technische aspecten van waterverwijdering en met het verwerken van die aspecten in een LCA.

Onderdeel van de MER procedure is een afweging tussen de beoogde verwerkingsmethode van de vrijkomende waterstromen (injectie in leeggeproduceerde gasvelden) met andere verwerkingsmethoden. De afweging zal worden gedaan conform de door CE in 2004 opgestelde afwegingskader. Hiervoor is onder meer een LCA nodig van injectie en alternatieve verwijderingsopties, conform de in het kader van de MER LAP ontwikkelde methodiek. Deze methodiek is in 2003 al toegepast in een door CE uitgevoerde LCA voor verwijdering van de bij gaswinning in Noord-Nederland geïnjecteerde doodpompvloeistof en stimulatievloeistof.

In totaal worden in de MER 3 mogelijke alternatieve bedrijfsvoeringen voor stoomproductie en verwijdering van de bij oliewinning vrijkomende waterstromen geanalyseerd, zeer beknopt te omschrijven als:

- Basisalternatief: inkoop ketelvoedingswater en injectie waterstromen in lege Drentse gasvelden **zonder voorzuivering**;

- Alternatief A: inkoop ketelvoedingswater en injectie waterstromen in lege Twentse gasvelden **na uitgebreide voorzuivering**;
- Alternatief B: water van oliewinning in kringloop. Stoomproductie uit vrijkomende waterstromen.

Uitgebreidere beschrijvingen van deze alternatieven worden vanzelfsprekend elders in het rapport gegeven.

In deze LCA is een milieuanalyse uitgevoerd van de drie bovengenoemde alternatieven. Daarbij is steeds een integrale analyse over alle te verwijderen waterstromen uitgevoerd, waarbij de waterstromen steeds als een mengsel zijn beschouwd – conform de beoogde bedrijfsvoering.

Daarnaast is apart een milieuanalyse uitgevoerd voor teruggeproduceerde operationele vloeistoffen, vloeistoffen die vrijkomen bij onderhoud aan oliewinningputten. Eventuele injectie van deze teruggeproduceerde vloeistoffen in de ondergrond ligt gevoelig omdat deze stromen niet uit de ondergrond zelf of uit een andere natuurlijke bron afkomstig zijn. Injectie van deze stromen in de ondergrond heeft daarom deels het imago van stort en van vervuiling van een tot nu toe onaangetast milieucompartiment¹. Om die reden is er in deze studie voor gekozen om de aan verwijdering van de verschillende teruggeproduceerde operationele vloeistoffen gerelateerde milieubelasting ook apart te analyseren.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt enige achtergrond gegeven over de waterstromen die vrijkomen bij oliewinning. In hoofdstuk 3 geven we aan welke werkwijze en methode is gevolgd bij het opstellen van de LCA.

Vervolgens wordt in de hoofdstukken 4 t/m 6 voor de verschillende in voorgaande paragraaf kort aangeduide vier alternatieven geanalyseerd welke milieubelasting per alternatief optreedt. In hoofdstuk 7 worden de resultaten van de analyses per alternatief met elkaar vergeleken.

In hoofdstuk 8 wordt de milieubelasting per eenheid teruggeproduceerde operationele vloeistoffen voor de verschillende verwijderingsalternatieven geanalyseerd.

¹ Voor een uitgebreidere uiteenzetting van de discussie wordt verwezen naar de eindrapportage behorend bij het afwegingskader (zie CE, 2004).

2 Achtergrond

2.1 Waterstromen bij oliewinning

Bij oliewinning komen onvermijdelijk en vaak continu grote volumes aan verschillende waterstromen vrij, waarvan vaak een deel bestaat uit water uit het veld zelf of hemelwater. Het kan echter ook gaan om water dat wordt toegepast om winning te bevorderen of om zout- of zuuroplossingen die nodig zijn om winningputten te onderhouden. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven.

Tabel 1 Bij oliewinning vrijkomende waterstromen

Categorie	Waterstroom	Aard van de waterstroom
Hemel- en formatiewater	Formatiewater	– natuurlijke oorsprong; – continue stroom; – relatief groot volume.
	Op putterrein vallend hemelwater, niet vervuild;	
	Op procesterrein vallend hemelwater, mogelijk vervuild	
Productiewater	Water geïnjecteerd in olievelden (water drive)	– operationele vloeistoffen, man made; – niet continu vrijkomend; – relatief klein volume.
	Stoom geïnjecteerd in olievelden	
Operationele vloeistoffen	Doodpompvloeistoffen	
	Putstimulatievloeistoffen	
Spoel- en spuiwater	Spoel- en spuiwater, (ketelspuiwater, water van onderhoudswerkzaamheden en testen)	

In deze rapportage wordt hemelwater buiten beschouwing gelaten.

De overige vrijkomende waterstromen moeten worden verwijderd. In principe staan hiervoor ter beschikking:

- injectie in de diepe ondergrond, met name in een leeg gas- of olieveld;
- zuivering; het gezuiverde water wordt hergebruikt (als ketelvoeding water voor stoomproductie) of op het oppervlaktewater gebracht, de reststoffen worden verbrand of gestort;
- indampen, waarbij het residu moet worden gestort.

Bij injectie gaat het praktisch gezien om geologische structuren op diepten van honderden tot duizenden meters diep. Deze aardlagen hebben geen direct contact met de biosfeer. Injectie wil niks anders zeggen dan dat de vloeistof middels een pomp in die ondergrond wordt gepompt. Het is voor productiewater de gangbare verwijderingsmethode. Waardevolle componenten – met name condensaat – en vanuit technisch oogpunt ongewenste componenten (slib) worden vaak voorafgaand aan injectie verwijderd.

Zuivering kan plaatsvinden middels een groot aantal technieken en kan oppervlakkig of grondig gebeuren. Een praktijkvoorbeeld is verwerking van vervuilde doodpompvloeiwater en uitgewerkte putstimulatievloeiwater bij een industrieel waterzuiveringbedrijf². Het is in principe mogelijk om een volledig schone waterstroom te produceren.

Zuivering kan ook worden toegepast als voorbereiding voorafgaand aan injectie in de diepe ondergrond. Als gezegd worden sowieso al waardevolle componenten en vanuit technisch oogpunt ongewenste componenten (slib) vaak voorafgaand aan injectie verwijderd. Daarnaast kan zuivering worden overwogen om op die manier te voorkomen dat 'vreemde', van nature daar niet aanwezige producten en chemicaliën in de diepe ondergrond geraken.

Indampen wordt soms toegepast als een techniek om bij oliewinning water in kringloop te houden en watergebruik te beperken.

² Deze stromen worden bij een industrieel zuiveringsbedrijf biologisch en fysisch/chemisch behandeld. Het effluent van die zuivering wordt nog eens nagereinigd bij de lokale RWZI. Het RWZI effluent wordt vervolgens op oppervlaktewater gebracht. Bij de verschillende reinigingsprocessen ontstaat:

- slib dat bijgestookt wordt in een cementoven – met de nodige emissies naar lucht;
- slib dat wordt verbrand bij een gespecialiseerde slibverbrandingsinstallatie, resulterend in vorming van te storten chemisch afval;
- emissies naar water en lucht.

3 Werkwijze en uitvoering

3.1 Afbakening van het project

3.1.1 Beschouwde waterstromen en aangehouden functionele eenheid

Van de in 2 genoemde, bij oliewinning vrijkomende waterstromen worden in deze studie alleen beschouwd:

- productiewater;
- teruggeproduceerde operationele vloeistoffen;
- spoel- en spuitwater en ketelspuiwater;

Hemelwater wordt in deze studie buiten beschouwing gelaten omdat het op oppervlaktewater kan worden geloosd of – bij vervuiling doordat het op de installatierreinen valt – onderdeel van productiewater of spoel- en spuitwater wordt.

Het in Hoofdstuk 2 genoemde formatiewater wordt in deze studie gezien als onderdeel van productiewater. In feite betreft het in deze studie beschouwde productiewater de verzamelnaam van formatiewater en tijdens de oliewinning geïnjecteerde stoom. De samenvoeging van beide stromen tot één functionele eenheid is vanuit de bedrijfsvoering gezien ook logisch gezien het proces van oliewinning. De voor oliewinning gebruikte stoom condenseert in het reservoir en mengt met formatiewater waarna het mengsel wordt opgepompt om te worden verwijderd. Bovendien wordt doelbewust geprobeerd om in de eerste jaren van het project het formatiewater uit het reservoir te verwijderen. De afvoer van formatiewater is nodig om te bewerkstelligen dat de druk in het reservoir naar beneden wordt gebracht zodat de stoom op een lagere druk in het reservoir kan worden geïnjecteerd. Injectie onder lagere druk betekent een lager energieverbruik.

Ook de productie van het aan NAM geleverde ketelvoeding water is buiten beschouwing gelaten. In de huidige opzet van het initiatief van NAM koopt NAM ketelvoeding water in bij NieuWater, een aan het Waterschap Velt en Vecht gelieerd bedrijf. Dit bedrijf zal ketelvoeding water produceren uit het effluent van de RWZI in Emmen middels een combinatie van filtratiestappen. Het concentraat met verwijderde zouten zal of worden ingedampt en gestort of worden teruggevoerd naar de RWZI voor zuivering.

Hoewel dit proces aanzienlijke hoeveelheden chemicaliën en elektriciteit vergt (zie bijlage B) en daarnaast een positieve invloed heeft op de oppervlaktewaterbelasting middels emissies, vormt het geen intrinsiek onderdeel van de voorgenomen activiteit. Kort door de bocht gesteld: de manier waarop het water wordt geproduceerd is niet NAM's verantwoordelijkheid, maar die van NieuWater. Het ketelvoeding water zou ook kunnen worden geleverd in de vorm van grondwater, drinkwater of opgewerkt oppervlaktewater – zoals in de vroegere exploitatie van het olieveld Schoonebeek.

In Tabel 2 zijn de jaarlijkse debieten van de beschouwde waterstromen gegeven om een indruk te geven van het relatieve belang van de verschillende stromen.

Tabel 2 Verwachte jaarlijkse debieten van waterstromen bij exploitatie van het Schoonebeker olieveld debieten van de

	eerste 5 jaar	na 5e jaar
Productiewater	4.192.025	2.740.000
Ketelvoedingwater	2.740.000	2.740.000
Teruggeproduceerde operationele vloeistoffen	2.800	2.800
Spoel en spuitwater en ketelspui	17.000	17.000

De in deze studie beschouwde alternatieven betreffen al met al een aantal geïntegreerde systemen waarin productie en verwijdering van een aantal uiteenlopende waterstromen met sterk verschillende debieten plaatsvindt. Sommige stromen komen sporadisch gedurende het jaar vrij, andere worden continu geproduceerd of verwerkt. Sommige stromen bevatten hoge concentraties zouten en andere verbindingen, sommige stromen zijn nauwelijks vervuild.

Bovendien varieert de samenstelling van productiewater – de verreweg grootste te verwijderen waterstroom – gedurende de exploitatie zeer sterk.

Om die reden is alleen een analyse van het gehele systeem voor de volledige duur van de exploitatie zinvol. De functionele eenheid is dan ook het totale volume dat gedurende de exploitatie wordt geproduceerd of verwijderd aan:

- *productiewater;*
- *operationele vloeistoffen;*
- *spoel- en spuitwater en ketelspuiwater;*
- *ketelvoeding water uit RWZI-effluent;*
- *brijn van ketelvoeding water productie uit RWZI-effluent.*

Op deze manier wordt bovendien zichtbaar gemaakt wat de absolute omvang is van de aan de verschillende initiatieven gerelateerde milieubelasting – bijvoorbeeld de totale gedurende de exploitatie gestorte hoeveelheid residu.

3.1.2 Beschouwde alternatieven

In het kader van de MER worden vier alternatieven beschouwd:

1 *Basisalternatief: injectie in Drentse gasvelden*

Het basisalternatief gaat uit van volledige infiltratie van de productiewaterstroom en waterafvalstromen tijdens de exploitatieperiode in gedepleteerde *Drentse* gasvelden. Voor de injectie vindt een grove olie verwijdering plaats in de oliebehandelingsinstallatie (OBI). Specifieke kenmerken:

- Aanlevering ketelvoedingswater door derden.
- Injectie van alle bij oliewinning vrijkomende waterstromen in gedepleteerde gasvelden in Drenthe.

2 *Voorkeursalternatief: injectie in Twentse gasvelden*

Het voorkeursalternatief is gelijk aan het basisalternatief met het verschil dat injectie plaatsvindt in *Twentse* gedepleteerde gasvelden. Specifieke kenmerken:

- Aanlevering ketelvoedingswater door derden.
- Injectie van alle bij oliewinning vrijkomende waterstromen in gedepleteerde gasvelden in Overijssel.

3 *Alternatief A: injectie na beperkte zuivering*

Dit alternatief omvat volledige infiltratie van de productiewaterstroom en waterafvalstroom tijdens de exploitatiefase in gedepleteerde *Drentse* gasvelden. Echter, in tegenstelling tot het basisalternatief, vindt een beperkte zuivering plaats van het te injecteren water. Ter bevordering van het oliescheidingsproces worden chemicaliën toegepast (50-75 mg/l demulsifier). Bij zuivering worden, na de grove olieverwijdering in de OBI, de aan de waterstromen toegevoegde chemicaliën verwijderd. Op die manier wordt voorkomen dat 'vreemde', van nature daar niet aanwezige producten en chemicaliën in de diepe ondergrond geraken. Specifieke kenmerken:

- Aanlevering ketelvoedingswater door derden.
- Zuivering van productiewater en andere waterstromen, verwijdering van toxische stoffen en niet uit het oliereservoir afkomstige stoffen voor zover dit geen procestechnische nadelige implicaties heeft .
- Injectie van alle bij oliewinning vrijkomende waterstromen in gedepleteerde gasvelden in Twente.

4 *Alternatief B: zuivering en hergebruik, geen injectie*

Dit alternatief gaat ervan uit dat geen waterinjectie in ondergrondse reservoirs toegepast wordt. Alle waterstromen worden na zuivering hergebruikt (ketelvoeding water) dan wel geloosd op het oppervlaktewater. Hergebruik vindt plaats middels indamping van de waterstromen en opwerking van het condensaat van indamping tot ketelvoeding water. Hierdoor kan productie van ketelvoeding water uit RWZI-effluent komen te vervallen. Specifieke kenmerken:

- Geen waterproductie bij NieuWater.
- Volledige zuivering van alle bij oliewinning vrijkomende waterstromen en stoomproductie op basis van in de OBI gezuiverd water.
- Stort van bij volledige zuivering geproduceerde zoutresidu.
- Geen waterinjectie.

Voor een onderbouwing van de selectie van deze alternatieven wordt verwezen naar de door Haskoning opgestelde documentatie.

In deze studie zijn enkel voorkeursalternatief en alternatieven A en B beschouwd. Zoals in hoofdstuk 4 zal worden toegelicht is er nauwelijks verschil tussen de milieubelasting gerelateerd aan basisalternatief en voorkeursalternatief omdat er nauwelijks verschil in energiebehoefte is tussen transport van de te verwijderen waterstromen naar Twentse gasvelden of Drentse gasvelden. Het is daarom niet zinvol onderscheid tussen beide alternatieven te maken.

3.1.3 Kwaliteit van de beschouwde waterstromen

De in deze studie aangehouden samenstellingen van de beschouwde waterstromen is gegeven in Appendix D.

Voor ketelspuiwater is vanwege ontbreken van informatie over de mogelijke samenstelling vooralsnog uitgegaan van de samenstelling zoals gegeven in de 'MoederMER', de MER voor injectie van waterstromen in Zuid-Oost Drenthe uit 1991. Het debiet aan spoel en spuit water is in vergelijking met het debiet aan ketelspuiwater zodanig klein dat invloed van deze stromen op de kwaliteit van deze waterstroom verwaarloosd is.

De samenstelling van de operationele vloeistoffen is geschat conform de methode die ook in de LCA voor injectie van operationele vloeistoffen in Borgsweer (CE, 2003) is gehanteerd. Op basis van praktijkervaringen is aangenomen dat de operationele vloeistoffen bij terugproduceren met gemiddeld 35% aan water uit het reservoir vervuild raken. Er is aangenomen dat de in Schoonebeek gebruikte stimulatie vloeistof dezelfde samenstelling zal hebben als de bij gaswinning in de Noordelijke provincies gebruikte stimulatie vloeistoffen. Het gesteente waarin de gasreservoirs liggen bestaat net als het gesteente waarin het olie reservoir in Schoonebeek ligt uit zandsteen en kalkhoudend gesteente. De stimulatie vloeistof bestaat uit een verdunde oplossing van HCl met polymeer en diverse additieven. Aangenomen is dat bij de inwerking op het gesteente in de ondergrond kalkverbindingen in oplossing gaan. Op basis van informatie van NAM is bekend dat als doodpompvloeistof KCl pekkel zal worden gebruikt.

De totale hoeveelheid productiewater die vrijkomt tijdens de oliewinning in Schoonebeek zal ongeveer tussen 70 miljoen m³ en 90 miljoen m³ zijn.

3.2 Methodiek

De LCA is uitgevoerd conform de in het kader van de MER LAP ontwikkelde methodiek.

Van alle verwerkingsmogelijkheden is een zo kwantitatief mogelijke schatting van de milieubelasting gemaakt. Voor inschatten van de milieubelasting zullen worden beschouwd:

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

De emissies zijn conform de in het MER-LAP gehanteerde LCA-methodiek vertaald naar bijdragen aan de in Tabel 3 genoemde milieuthema's.

Tabel 3 Beschouwde milieuthema's

Milieuthema	LCA-thema	Eenheid
	<i>(Effectgericht)</i>	
Verspilling	Abiotische uitputting	kg Sb-eq
Klimaatsverandering	Versterking broeikas effect (500)	kg CO ₂ -eq
	Aantasting ozonlaag	kg CFK11-eq
Verspreiding	Fotochemische oxidantvorming	kg etheen - eq
	Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.
	Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.
	Humane toxiciteit	kg 1,4-dichloorbenzeen eq.
Verzuring	Verzuring (A&B)	kg SO ₂ – eq
Vermesting	Vermesting (aquatisch)	kg PO ₄ – eq
	Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kg NO _x – eq
Aantasting	Fysieke aantasting – biodiversiteit	-
	Fysieke aantasting - life support	Mg/ha.jaar
	<i>(Ingreepgericht)</i>	
Ruimtebeslag	Fysiek ruimtebeslag – landgebruik	m ² .jaar
	Finaal afval (totaal)	kg
Overig	Energieverbruik (totaal)	MJ
	Waterverbruik (totaal)	liter

Op basis van de kwantitatieve inzichten is aan te geven in hoeverre injectie van de reststromen in de Twentse diepe ondergrond vanuit milieuoogpunt doelmatig is in vergelijking met injectie in de Drentse ondergrond en met alternatieve verwerkingswijzen. Bij deze doelmatigheidstoets zijn bijdragen aan milieuthema's onderling gewogen met schaduwprijsmethodiek en de in het MER LAP gehanteerde weegmethode (distance-to-target). De weegfactoren worden gegeven in Tabel 4.

Verwerking van reststoffen

In diverse beschouwde alternatieven komen reststoffen vrij, waarvan door de initiatiefnemers wordt aangenomen dat ze moeten worden gestort. Het betreft over het algemeen reststoffen van waterbehandeling bestaande uit door indampen geïsoleerde zouten met daarin zware metalen en andere verontreinigende stoffen. De reststoffen worden op een vergelijkbare wijze geproduceerd en hebben kenmerken vergelijkbaar met droog rookgasreinigingsresidu (RGRr) van AVI's. Net als RGRr bestaat het materiaal voornamelijk uit hygroscopische en zeer goed oplosbare zouten met kleinere hoeveelheden deels uitlogbare zware metalen.

Tabel 4 Weegfactoren per weegmethode

Milieu-thema	LCA-thema	Schaduwrijzen methodiek	distance to target methode
	<i>(Effectgericht)</i>		
Verspilling	Abiotische uitputting		
Klimaatverandering	Versterking broeikas effect (500)	0,050	0,59
	Aantasting ozonlaag	30,000	3,00
Verspreiding	Fotochemische oxidantvorming	2,140	0,66
	Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)		0,34
	Eco-toxiciteit (terrestrisch)		0,34
	Humane toxiciteit	1,886	0,66
Verzuring	Verzuring (A&B)	4,000	2,90
Vermesting	Vermesting (aquatisch)	9,000	1,80
	Vermesting (terrestrisch) (A&B)		1,80
Aantasting	Fysieke aantasting – biodiversiteit		
	Fysieke aantasting - life support		
	<i>(Ingreepgericht)</i>		
Ruimtebeslag	Fysiek ruimtebeslag – landgebruik		
	Finaal afval (totaal)	0,185	2,40
Overig	Energieverbruik (totaal)		
	Waterverbruik (totaal)		

Gezien de (veronderstelde) overeenkomsten is in deze studie aangenomen dat de residuen op eenzelfde manier wordt verwerkt als RGRr. In de praktijk zijn er diverse, per AVI, verschillende routes voor verwijdering van RGRr in gebruik:

- versatzbau, het in oude mijngangen ‘storten’ of ‘nuttig hergebruiken’ van het residu om verzakking te voorkomen;
- stort in big bags in een C3 component van een stortplaats.

In deze studie is er voor gekozen om de laatste optie te beschouwen. De studie wordt verricht in het kader van de vraag of opslag van niet daaruit afkomstige stoffen in de diepe ondergrond acceptabel is. Met dat in het achterhoofd lijkt het minder logisch om aan te nemen dat het wel acceptabel is een bij bovengrondse verwerking of waterproductie vrijkomende reststroom vlak over de grens alsnog in de diepe ondergrond op te slaan.

Overigens kan geïnjecteerde water net zo goed kunnen verzakking te voorkomen – maar dan in eigen land.

3.3 Achtergrond gegevens

Technische gegevens

De LCA is zoveel mogelijk uitgevoerd op basis van door NAM en Haskoning aangeleverde informatie. Deze informatie omvatten in principe:

- Een beschrijving van de beschouwde waterstromen: samenstelling, en debieten en fluctuatie daarvan in de tijd.
- Een beschrijving van de processen voor behandeling en verwijdering van de beschouwde waterstromen.
- Een overzicht van de per proces per jaar optredende:
 - a Emissies naar lucht.
 - b Gebruiken van energiedragers (aardgas, elektriciteit, andere brandstoffen).
 - c Gebruiken van hulpstoffen (bijvoorbeeld NaOH, H₂SO₄ en HCl).
 - d Productie van reststoffen - hoeveelheid en samenstelling.
 - e Lozingen op oppervlaktewater - debiet en samenstelling vloeistof.

Waar gegevens ontbraken is door onszelf (CE) een eerste educated guess gedaan die vervolgens ter verificatie is voorgelegd aan NAM en Haskoning. Ook zijn door CE gegevens gegenereerd voor verwerking van bij de verwijdering van de waterstromen vrijkomende reststromen, zoals stort van steekvaste residuen.

Conversiefactoren en achtergrond data

Daarnaast zijn door CE de gebruiken van energiedragers en chemicaliën middels standaard specifieke emissies per eenheid energiedrager of chemisch product vertaald naar bijdragen aan de beschouwde milieuthema's:

- Voor NaOH, CaO/Ca(OH)₂, NH₃, actieve kool (HOK), aardgas, elektriciteit, zand, big bags, PE-hoes, mobiel werktuig en transporten zijn achtergrond gegevens uit het MER LAP gehanteerd;
- Aanvullende informatie voor Na₂CO₃, NaOCl, CaCO₃, H₂SO₄ en FeCl₃ is uit de Simapro 6.0 database voor milieugerelateerde informatie gedestilleerd.

Deze gegevens zijn te vinden in bijlage A.

Voor NaHSO₃ zijn helaas geen achtergrond gegevens gevonden.

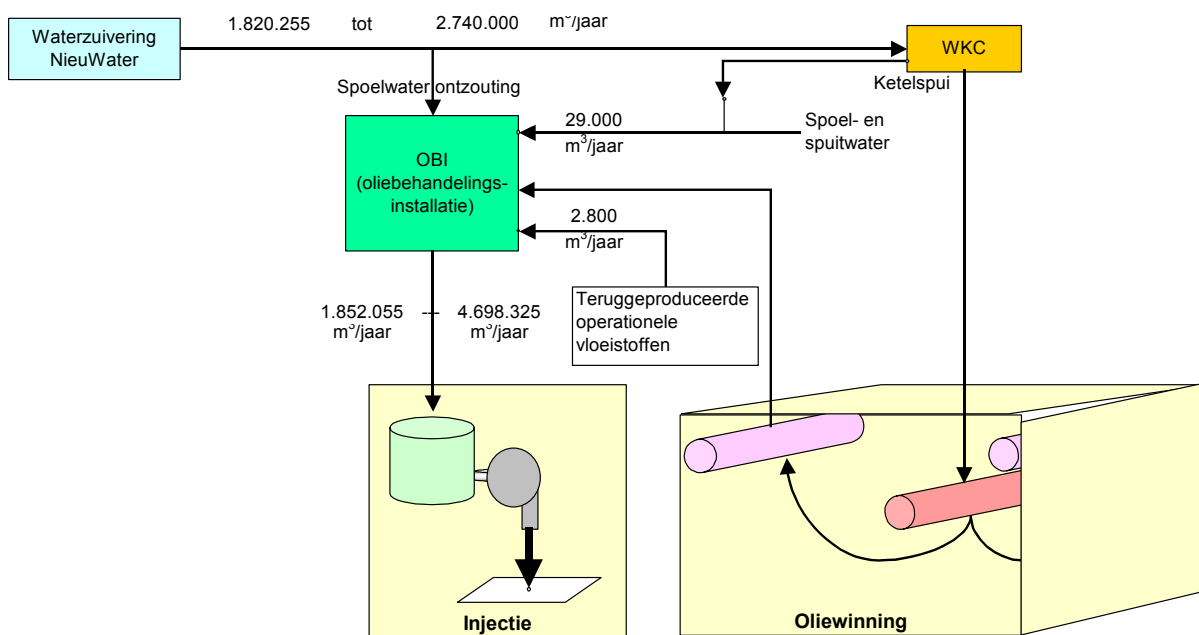
4 Voorkeursalternatief

4.1 Beschrijving

In deze opzet van de exploitatie van het olieveld wordt het voor stoomproductie benodigde ketelvoeding water betrokken van NieuWater. Het ketelvoedingwater wordt na een ontzoutingsstap in stoom omgezet en de stoom geïnjecteerd om de viscositeit van de olie te reduceren. Olie wordt in een 20% : 80% emulsie met water opgepompt en in de Oliebehandelingsinstallatie of OBI gescheiden van het water. In de OBI worden ook de productiewaterachtige waterstromen en teruggeproduceerde operationele vloeistoffen behandeld om eventueel in deze stromen aanwezige olie af te scheiden. De behandelde watersyromen worden vervolgens als een mengsel in gedepleteerde gasvelden in Twente of Zuid-Oost Drenthe geïnjecteerd.

In de flow sheet in Figuur 1 is een overzicht gegeven van de processen en hun samenhang en is het jaarlijkse debiet gegeven.

Figuur 1 Systeem 'voorkeursalternatief'



In Tabel 5 zijn de geschatte debieten en hoeveelheden over de gehele exploitatieperiode gegeven. Het debiet aan ketelvoeding water is verondersteld een constante hoeveelheid van 7.500 m³/dag te zijn. Het debiet aan stoom is verondersteld gelijk te zijn aan dat van ketelvoeding water, gecorrigeerd voor ketelspui.

Tabel 5 Overzicht debieten waterstromen

	per jaar	gehele exploitatieperiode
Waterstromen (10 ⁶ m ³)		
Productiewater	1.820.255 - 4.686.235	80.200.355
Ketelvoeding water	2.740.000	82.200.000
Operationele vloeistoffen	2.800	84000
Productiewaterachtige waterstromen	17.000	510000

4.2 Bedrijfsmiddelen en transporten

Gebruik van bedrijfsmiddelen blijft in dit alternatief beperkt tot gebruik van elektriciteit voor aandrijven van de injectiepompen. Het specifieke elektriciteitsgebruik is op basis van een document van de NAM geschat op 3,9 kWh_e/m³ te injecteren vloeistof³. Deze waarde komt goed overeen met het voor Borgsweer bekende elektriciteitsgebruik bij injectie (5 kWh_e/m³). Er is geen rekening gehouden met eventuele verschillen in specifiek elektriciteitsgebruik (kWh_e/m³ water) tussen de verschillende waterstromen, al valt dat gezien de verschillende dichtheden niet uit te sluiten.

Het verbruik zal voor injectie in Twente of injectie in Drenthe nauwelijks verschillen (zie derde bullit).

Er zijn om de volgende redenen geen andere bijdragen aan milieubelasting meegenomen:

- Voor zover bekend treden bij injectie geen emissies op.
- Er wordt specifiek voor injectie corrosie inhibitor aan de te injecteren waterstromen toegevoegd. Maar de omvang van het gebruik daarvan is met een totaal volume van 600 liter per dag op een debiet van 12.000 m³ te injecteren water verwaarloosbaar.
- Elektriciteit voor verpompen van de waterstromen van Schoonebeek naar de Twentse locaties is eveneens verwaarloosd. Uit de LCA voor injectie van operationele vloeistoffen in Borgsweer is bekend dat transport van Tankenpark Delfzijl naar Borgsweer – een afstand van ongeveer 5 kilometer – een elektriciteitsgebruik van 0,02 kWh_e/m³ vergt. Zelfs bij de langere transportafstand tussen Schoonebeek en de Twentse velden zal het aan verpompen gerelateerde elektriciteitsgebruik relatief beperkt zijn in vergelijking met het elektriciteitsgebruik voor injectie.

4.3 Emissies

Bij een verantwoorde bedrijfsvoering zal waterverwijdering middels injectie in Twentse of Drentse gasvelden geen emissies veroorzaken.

³ Volgens een intern NAM document zullen de voor injectie beoogde pompen een debiet hebben van 2.000 m³/dag en een specifiek gebruik van 300 – 350 kWh_e. Delen van het dagelijkse elektriciteitsgebruik (24 x 325 = 7.800 kWh_e) door het debiet per dag geeft een specifiek gebruik van 3,9 kWh_e/m³.

4.4 Bijdragen aan milieuthema's

Bijdragen aan milieuthema's blijven in dit alternatief beperkt tot de aan elektriciteitsgebruik gerelateerde bijdragen. Emissies treden niet op, andere bedrijfsmiddelen dan elektriciteit worden niet geconsumeerd.

Het aan injectie gerelateerde elektriciteitsgebruik is aan de hand van de in bijlage A gegeven specifieke bijdragen per eenheid elektriciteit vertaald naar de in Tabel 6 gegeven bijdragen aan de in deze studie beschouwde milieuthema's. De bijdragen zijn – zoals uiteengezet in paragraaf 3.2 - gegeven voor de gehele exploitatieperiode om op die manier de fluctuaties in bedrijfsmiddelen gebruik door sterke veranderingen in de samenstelling van het productiewater te kunnen verdisconteren.

Tabel 6 Bijdragen in 'Basialternatief' aan beschouwde milieuthema's

		Injectie
(Effectgericht)		
Abiotische uitputting	kton Sb	2
Versterking broeikaseffect (100)	kton CO ₂	290
Aantasting ozonlaag	kton CFK11	8,2E-06
Fotochemische oxidantvorming	kton etheen	0,02
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kton 1,4 dichloor benzeen	1,1
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kton 1,4 dichloor benzeen	0,5
Humane toxiciteit	kton 1,4 dichloor benzeen	20
Verzuring (A&B)	kton SO ₂	0,7
Vermesting (aquatisch)	kton PO ₄	0,06
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kton NO _x	0,4
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-	
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y	
(Ingreepgericht)		
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	10 ⁶ m ² y	
Finaal afval (totaal)	Kton	24
Energieverbruik (totaal)	TJ	3.914
Waternutverbruik (totaal)	1.000 m ³	6.552

5 Alternatief A: injectie na beperkte zuivering

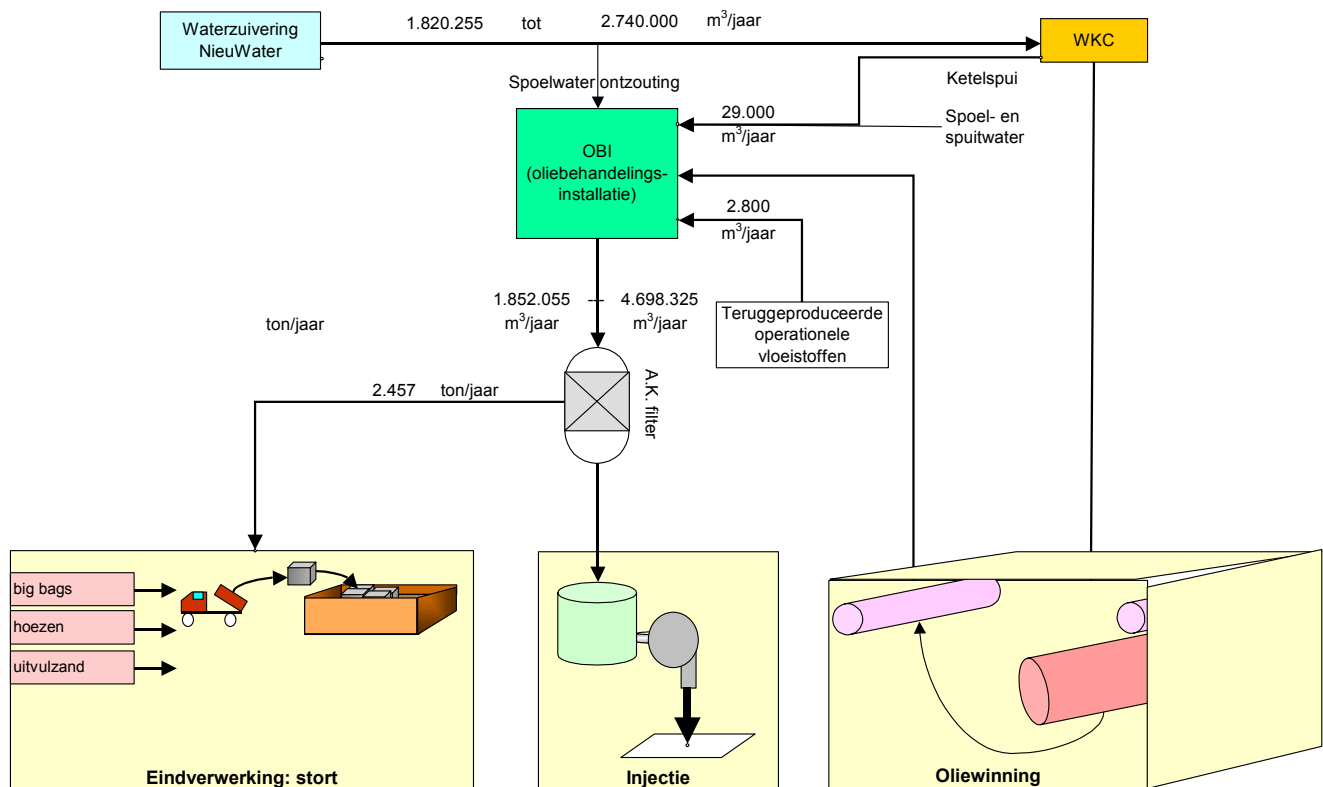
5.1 Beschrijving

Dit alternatief verschilt alleen wat betreft de behandeling van teruggeproduceerd productiewater en andere te verwijderen waterstromen van het voorkeursalternatief. Daarom wordt de beschouwing van dit alternatief zoveel mogelijk tot dit verschil beperkt.

In dit alternatief wordt het te injecteren water eerst door een bed van actieve kool geleid om zoveel mogelijk verontreinigingen te verwijderen. Aan het bedmateriaal absorberen met name zware metalen en sommige toegevoegde chemicaliën. Wat precies absorbeert hangt samen met de eigenschappen van de actieve kool. De verzadigde actieve kool wordt gestort. Gezien de naar verwachting geabsorbeerde materiaal zal het materiaal worden gestort in de C2-deponie op de Maasvlakte.

Het op deze manier voorbehandelde water wordt in gasvelden geïnjecteerd.

Figuur 2 Systeem 'Alternatief A'



5.2 Bedrijfsmiddelen en transporten

Gebruik van bedrijfsmiddelen en transporten verschilt enkel wat betreft gebruik en verwijdering van actieve kool.

Volgens opgave van Haskoning zal ongeveer 2.460 ton/jaar aan actieve kool nodig zijn. Het materiaal wordt naar verwachting verpakt in big bags over de weg afgevoerd en in de C2-deponie ondergebracht op de Maasvlakte – een afstand van 300 kilometer. Voor zover kan worden nagegaan wordt in de C2-deponie een structuur en bedrijfsvoering aangehouden waarbij de ruimte tussen de big bags wordt opgevuld met zand. Het materiaal heeft een dichtheid van circa 400 kg/m³ en stort vergt 2 big bags en hoezen en 1.120 kilo zand per ton materiaal. Zand wordt per binnenvaart schip en per vrachtwagen aangevoerd.'

De resulterende gebruiken van bedrijfsmiddelen zijn gegeven in Tabel 7.

Tabel 7 Bedrijfsmiddelen gebruik gerelateerd aan gebruik en stort actieve kool

	per ton	gehele exploitatie
Actieve kool (kg)		73710
Hulpmiddelen stort		
zand (kg)	1.120	23.194.080
big bag (kg)	5,0	103.545
PE-hoes (kg)	1,8	37.276
mobiel werktuig (MJ)	0,2	3.260
Transporten (ton-km)		
wegtransport	356	7.372.404
binnenvaart schip	39	811.793

5.3 Milieubelasting

Vanwege de structuur van de C2-deponie op de Maasvlakte waarin afval onttrokken van elke vorm van neerslag worden opgeslagen wordt verwacht dat vanuit de stort geen emissies zullen optreden. De aan Alternatief A gerelateerde milieubelasting hangt daarom samen met het gebruik van bedrijfsmiddelen en transporten.

In Tabel 8 is een overzicht gegeven van de milieubelasting gerelateerd aan bedrijfsmiddelen en transporten. De bijdragen zijn weer berekend uit de omvang van het bedrijfsmiddelen gebruik en de specifieke bijdragen per eenheid transport of bedrijfsmiddelen, zoals gegeven in bijlage A.

Gebruik en verwijdering van actieve kool draagt zelf nauwelijks bij aan de gesommeerde milieubelasting. Alleen de bijdrage aan finaal afval neemt merkbaar toe.

Tabel 8 Opbouw van de bijdragen aan de beschouwde milieuthema's onderverdeeld naar onderdelen van het systeem 'Alternatief A'

		Injectie	Stort actieve kool	Totaal
<i>(Effectgericht)</i>				
Abiotische uitputting	kton Sb	2	3,6E-02	2
Versterking broeikas effect (100)	kton CO ₂	290	4,7	294
Aantasting ozonlaag	kton CFK11	8,2E-06	9,8E-06	1,8E-05
Fotochemische oxidantvorming	kton etheen	2,4E-02	1,6E-03	2,6E-02
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kton 1,4 dichloor benzeen	1,1E+00	5,0E-02	1,2E+00
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kton 1,4 dichloor benzeen	4,6E-01	3,6E-03	4,7E-01
Humane toxiciteit	kton 1,4 dichloor benzeen	20	2,3E-01	20
Verzuring (A&B)	kton SO ₂	6,6E-01	3,5E-02	7,0E-01
Vermesting (aquatisch)	kton PO ₄	6,3E-02	6,8E-03	7,0E-02
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kton NO _x	4,3E-01	2,5E-02	4,6E-01
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-		3,7E-03	0
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y		4,8E-02	0
<i>(Ingreepgericht)</i>				
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	10 ⁶ m ² .y		0	0
Finaal afval (totaal)	kton	24	76	99
Energieverbruik (totaal)	TJ	3.914	72	3.986
Waterverbruik (totaal)	1.000 m ³	6.553	310	6.863

6 Alternatief B: zuivering en hergebruik, geen injectie

6.1 Beschrijving

In het in dit alternatief beschouwde systeem wordt productiewater en andere te verwijderen waterstromen ingedampt om te worden hergebruikt voor de productie van ketelvoeding water of om te worden geloosd als een vrijwel zuivere waterstroom op oppervlaktewater. Voor indampen worden een MVC en een kristallisatie installatie gebruikt. In feite eenzelfde installatie als voor indampen van het concentraat van de waterfabriek van NieuWater wordt gebruikt, maar dan een slag groter.

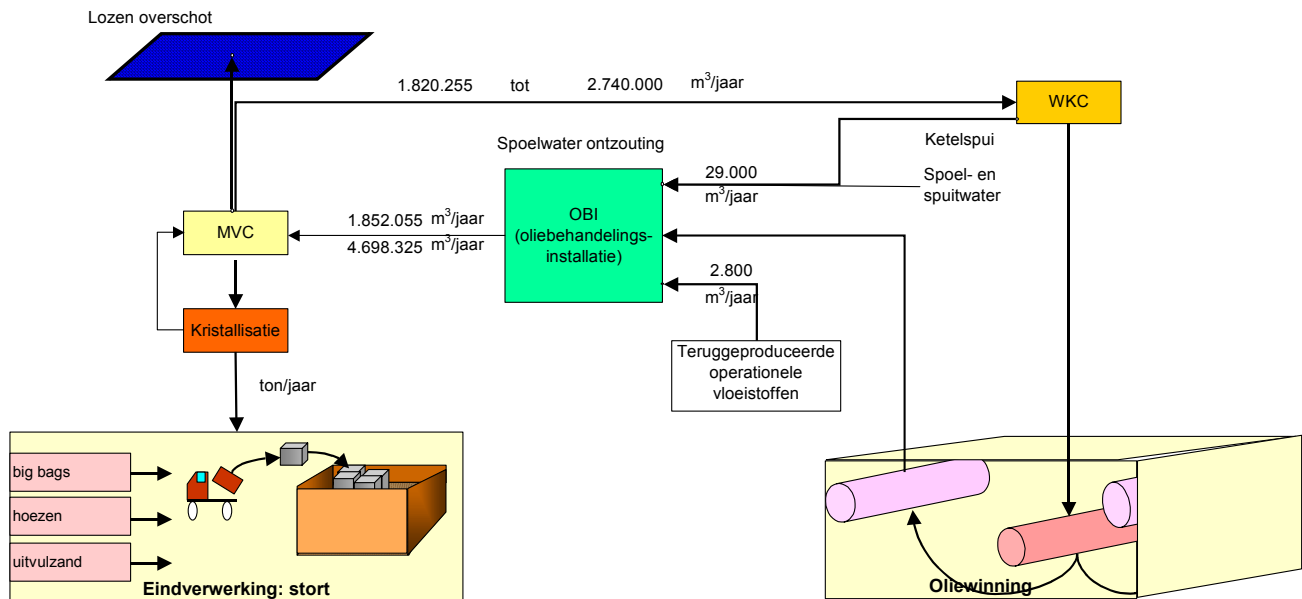
Door de gedurende de exploitatie sterk wisselende zoutconcentratie zal de belasting van met name de kristallisatie eenheid gedurende de exploitatie sterk variëren.

Het bij het indampen geproduceerde steekvaste materiaal wordt gestort. Evenals bij stort van residu van NieuWater wordt uitgegaan van stort in big bags. In totaal zal gedurende de exploitatie volgens de prognoses van NAM van zoutconcentraties en productiewater debieten circa 2 Mton aan vast afval moeten worden verwijderd en zal er een stort met een oppervlakte van 14 ha moeten worden gecreëerd..

Ook in dit geval zal waarschijnlijk emissie naar de bodem optreden.

In Figuur 3 is een schema van het systeem weergegeven. Debieten en hoeveelheden zijn gegeven in Tabel 9.

Figuur 3 Systeem 'Alternatief B'



Tabel 9 Overzicht debieten en hoeveelheden restproducten in 'Alternatief B'

	per jaar	gehele exploitatieperiode
Waterstromen (10 ⁶ m ³)		
Productiewater	1.820.255 - 4.686.235	80.200.355
Teruggeproduceerde operationele vloeistoffen	2.800	84.000
Productiewaterachtige waterstromen	29.000	870.000

6.2 Bedrijfsmiddelen en transporten

6.2.1 MVC en kristallisatie eenheid

Door Haskoning zijn voor de verschillende waterstromen de in Tabel 10 gegeven specifieke gebruiken van bedrijfsmiddelen gegeven. De specifieke gebruiken zijn middels de debieten omgerekend naar totalen voor de gehele exploitatieperiode.

Tabel 10 Overzicht van gebruik van bedrijfsmiddelen voor MVC en kuitsallisatie eenheid in 'Alternatief B'

	per m ³			exploitatie gehele
	Productie Water	operationele vloeistoffen	Productiewaterachtige waterstromen.	
Chemicaliën (kg)				
NaOH (50%)	0,4	1,92	0,4	32.589.178
NaOCl (puur)				
Na ₂ CO ₃	2,3	51	2,3	190.745.817
Ca(OH) ₂	0,43	10	0,43	35.700.253
HCl (31%)	0,63	3,02	0,63	51.327.956
Elektriciteit (kWh _e)	0	51	21	2.201.494.901

Voor elektriciteitsgebruik voor indampen van productiewater is een eigen schatting gehanteerd op basis van een aantal vuistregels:

- gebruik voor MVC en kristallisatie eenheid bedragen respectievelijk 20 en 60 kWh_e/m³ water;
- de zoutconcentratie in de br:uden (het concentraat) van de MVC mag maximaal 225 g/l bedragen.

Deze vuistregels en de door NAM geprognosticeerde debieten van en zoutgehalten in productiewater geven samen de in bijlage C berekende totale elektriciteitsconsumptie van 2.178.985.717 kWh_e.

6.2.2 Bedrijfsmiddelen voor stort van ingedampt zout.

Gebruik van bedrijfsmiddelen en transporten gerelateerd aan de stort van het bij indampen gevormde zoutresidu zijn berekend conform de methodiek uit de MER LAP. Er is uitgegaan van stort in een compartiment met een maximale hoogte van 15 meter. De bulkdichtheid van het te storten materiaal is gesteld op 1.200 kilo/m³. Het materiaal wordt gestort in big bags van 1,25 m³ inhoud en een specifiek gewicht van 2,5 kg, die voor stort worden afgedekt met een PE hoes van 0,9 kilo. De ruimte tussen de lagen big bags van 1 meter hoogte wordt opgevuld met een laag van circa 0,3 meter aan zand. Aangenomen is dat de stortplaats zich op 50 kilometer van het olieveld bevindt. Zand wordt over een transport afstand van 30 kilometers over binnenwater en 50 kilometer over de weg aangevoerd.

De resulterende gebruiken en transporten zijn gegeven in Tabel 11.

Tabel 11 Overzicht bedrijfsmiddelen gebruik bij stort van zoutresidu in 'Alternatief B'

	per ton	gehele exploitatie
Hulpmiddelen stort		
zand (kg)	373	731.987.741
big bag (kg)	1,7	3.267.802
PE-hoes (kg)	0,6	1.176.409
mobiel werktuig (MJ)	0,1	181.324
Transporten (ton·km)		
wegtransport	69	134.633.460
binnenvaart schip	13	25.619.571

6.3 Emissies

Emissies vanuit de stort zijn berekend conform de methodiek die in het eeuwigdurende nazorg beleid gehanteerde methodiek en uitgangspunten.

Zoals in (CE, 2003) is uitgezocht wordt er door deskundigen vanuit gegaan dat door het karakter van het gestorte materiaal de big bags na verloop van enkele decennia zullen verteren en de inhoud bloot komt te liggen. In het ontwikkelde beleid voor eeuwigdurende nazorg van stortplaatsen - dat een termijn van 10.000 jaar bestrijkt - is aangenomen dat ook de onderafdichting van de stort op termijn van decennia of eeuwen zal falen door de inwerking van zouten en zuren in het percolaat in de stort. Het ontwerp van een stortplaats is dan ook met name gericht op een zo goed mogelijke 'eeuwigdurende' afdichting van de bovenkant om zoveel mogelijk waterinfiltratie te voorkomen en daarmee uitstroom van percolaat en belasting van de bodem onder de stort te minimaliseren.

De infiltratie zal conform de in het 'eeuwigdurende nazorg' beleid gemiddeld 0,5 mm/jaar/m² bedragen. De gemiddelde storthoogte in een stortplaats is in MER-LAP gesteld op 15 meter en een hoogte van big bag laag en uitvullaag (zand) van respectievelijk 1 en 0,3 meter.

Bij deze dimensies en uitgangspunten neemt een ton residu een oppervlak van circa 0,056 m² in.

De emissies vanuit de stort zijn geschat op basis van bovenstaande gegevens:

- een infiltratie van 0,5 mm/m²/jaar;
- een maximale storthoogte van 15 meter;
- een zichtperiode van grosso modo 10.000 jaar.

Dit geeft een geïnfilterde hoeveelheid vocht van $10.000 \times 0,5 \times 0,056 = 278$ liter/ton residu.

Daarnaast is aangenomen dat de uitloogbaarheid van de zware metalen in het residu vergelijkbaar is met die van zware metalen in rookgasreinigingsresidu. De aard van het restproduct is vergelijkbaar, het product bevat vergelijkbare zouten en het restproduct wordt op dezelfde manier verkregen – door indamping.

De berekening van de resulterende emissies is gegeven in Tabel 12.

Tabel 12 Berekening emissies naar bodem uit stort

	hoeveelheid in residu (kg/ton residu)	percentage uitloogbaar bij L/S = 1	Emissies (kg/m ³) bij L/S =
			0,28
Arseen		0,75%	
Barium		6,90%	
Cadmium	1,70	6,90%	1,79 ^E -02
Chroom	0,70	2,49%	
Koper		9,42%	
Kwik		0,01%	
Mangaan		1,06%	
Nikkel		2,03%	
Lood	0,02	35,82%	3,24 ^E -05
Strontium		30,00%	
Zink		13,77%	
Cobalt		4,38%	

Uitgaan van de uitloogbaarheid van zware metalen in rookgasreinigingsresidu betreft een 'educated guess'. De aan de hand daarvan bepaalde emissies dienen daarom uitsluitend als een indicatie te worden gezien.

Ondanks het onzekere karakter van de geschatte emissies naar de bodem zijn er toch een aantal goede redenen om deze schattingen wel te bepalen en mee te wegen in de LCA:

- In andere milieubelastende aspecten zijn net zo goed – zei het in mindere mate – onzeker.
- Door emissies uit te stort te schatten en mee te wegen wordt expliciet gemaakt dat de bovengrondse opslag van uit de ondergrond afkomstige zouten en zware metalen niet zonder milieubelasting is – om over de risico's gerelateerd aan langdurige opslag nog maar te zwijgen.

6.4 Bijdrage aan milieuthema's

6.4.1 Bijdragen van bedrijfsmiddelen en transporten

Het gebruik van bedrijfsmiddelen en de transportbewegingen voor stort van het zoutresidu laten zich door combinatie met de in bijlage A gegeven specifieke bijdragen per eenheid vertalen in de in Tabel 13 gegeven bijdragen aan de beschouwde milieuthema's.

Tabel 13 Aan bedrijfsmiddelen gebruik gerelateerde bijdragen in 'Alternatief B'

		MVC en kristallisatie	Stort residu	Totaal
<i>(Effectgericht)</i>				
Abiotische uitputting	kton Sb	13	0	14
Versterking broeikaseffect (100)	kton CO ₂	1.612	44	1.656
Aantasting ozonlaag	kton CFK11	0	0	0
Fotochemische oxidantvorming	kton etheen	0	0	0
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kton 1,4 dichloor benzeen	8	1	8
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kton 1,4 dichloor benzeen	3	0	3
Humane toxiciteit	kton 1,4 dichloor benzeen	116	3	119
Verzuring (A&B)	kton SO ₂	4	0	4
Vermesting (aquatisch)	kton PO ₄	0	0	0
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kton NO _x	2	0	3
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-	0	0	0
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y	1	0	1
<i>(Ingreepgericht)</i>				
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	10 ⁶ m ² y	0	0	0
Finaal afval (totaal)	kton	130	1.979	2.109
Energieverbruik (totaal)	TJ	21.640	695	22.335
Waterverbruik (totaal)	1.000 m ³	36.039	2.819	38.858

Zoals in de andere alternatieven hangt de milieubelasting gerelateerd aan bedrijfsmiddelen ook in dit alternatief voornamelijk samen met elektriciteitsgebruik.

6.4.2 Bijdragen door emissies

Combinatie van de in Tabel 12 gegeven emissies met de stof specifieke karakteristiekfactoren geeft de in Tabel 14 bijdragen aan de beschouwde milieuthema's. Vanwege de aard van de milieubelasting (emissies van toxische stoffen) dragen de emissies alleen bij aan milieuthema's op dit gebied – humane toxiciteit en eco toxiciteit.

Tabel 14 Bijdragen aan beschouwde milieuthema's gerelateerd aan emissies uit stort van zoutresidu in 'Alternatief B'

		per ton	hele exploitatieperiode
<i>(Effectgericht)</i>			
Abiotische uitputting	kton Sb		
Versterking broeikas-effect (500)	kton CO ₂		
Aantasting ozonlaag	kton CFK11		
Fotochemische oxidantvorming	kton etheen		
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kton 1,4 dichloor benzeen	2	4.025
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kton 1,4 dichloor benzeen	7.511	14.727.098
Humane toxiciteit	kton 1,4 dichloor benzeen	6	12.725
Verzuring (A&B)	kton SO ₂		
Vermesting (aquatisch)	kton PO ₄		
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kton NO _x		
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-		
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y		
<i>(Ingreepgericht)</i>			
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	10 ⁶ m ² y		
Finaal afval (totaal)	kton		
Energieverbruik (totaal)	TJ		
Waterverbruik (totaal)	1.000 m ³		

De bijdragen worden voornamelijk bepaald door de emissie van barium.

6.4.3 Totaal overzicht

In Tabel 15 is een overzicht gegeven van de gesommeerde en gewogen bijdragen aan de beschouwde milieuthema's voor 'Alternatief B'. De drie onderscheiden deelsectoren (elektriciteit, overige bedrijfsmiddelen, emissies uit stort) blijken alledrie een belangrijke bijdrage te leveren, zei het steeds aan een andere set milieuthema's. Het gebruik van chemicaliën is door de kwaliteit van het te behandelen productiewater dusdanig hoog dat dit zich ook vertaalt in een redelijk grote bijdrage aan klimaatverandering, verzuring en vermesting. Maar elektriciteitsgebruik blijft hierop de verreweg grootste bijdrage leveren. Emissies uit de stort zijn weer sterk bepalend voor de bijdragen aan humane en eco toxiciteit.

Tabel 15 Overzicht gesommeerde en gewogen bijdragen aan beschouwde milieuthema's voor 'Alternatief B'

		Elektriciteit	Emissies uit stort	Overige bedrijfsmiddelen	Totaal
<i>(Effectgericht)</i>					
Abiotische uitputting	kton Sb	13		1	14
Versterking broeikas-effect (500)	kton CO ₂	1.572		85	1.656
Aantasting ozonlaag	kton CFK11	0		0	0
Fotochemische oxidantvorming	kton etheen	0		0	0
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kton 1,4 dichloor benzeen	6	4.025	2,3	4.033
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kton 1,4 dichloor benzeen	3	14.727.098	0,3	14.727.101
Humane toxiciteit	kton 1,4 dichloor benzeen	107	12.725	12	12.844
Verzuring (A&B)	kton SO ₂	3,6		0,5	4,1
Vermesting (aquatisch)	kton PO ₄	0,3		0,1	0,4
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kton NO _x	2,4		0,4	2,7
Fysieke aantasting – biodiversiteit	-			0,1	0,1
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y			1,2	1,2
<i>(Ingreepgericht)</i>					
Fysiek ruimtebeslag – landgebruik	10 ⁶ m ² y			0,1	0,1
Finaal afval (totaal)	kton	128		1.982	2.109
Energieverbruik (totaal)	TJ	21.236		1.099	22.335
Waterverbruik (totaal)	1.000 m ³	35.545		3.313	38.858

7 Vergelijking van alternatieven

In dit hoofdstuk worden resultaten van de LCA beschreven, namelijk de bijdragen aan de beschouwde milieuthema's voor de vier alternatieven.

In Tabel 16 is in de eerste plaats een overzicht gegeven van de bijdragen van de vier alternatieve verwijderingsroutes aan de beschouwde milieuthema's.

Alternatief B – hergebruik, geen injectie – draagt aan alle milieuthema's het meeste bij. Dit is in lijn met het gegeven dat in deze alternatieve verwijderingsroute verreweg de meeste chemicaliën en elektriciteit worden gebruikt en een veel grotere hoeveelheid reststoffen wordt gestort als in de andere alternatieven.

Van de andere alternatieven scoort het 'voorkeursalternatief op de meeste milieuthema's wat beter dan 'alternatief A'. Het verschil is echter voor de meeste milieuthema's duidelijk minder uitgesproken als tussen voorkeursalternatief en 'Alternatief A'.

Het verschil is wel wezenlijk in die zin dat door de opwerking een bovengronds te storten residu wordt geproduceerd. Opslag van dit deels met uit de ondergrond afkomstige milieubelastende stoffen beladen residu in een bovengrondse stort geeft waarschijnlijk grotere langere termijn risico's als injectie in de ondergrond: uit ons werk voor het Afval Overleg Orgaan (AOO)⁴ en Vereniging Afvalbedrijven (VA) weten we dat van veel in de jaren 60 en 70 – voor de automatisering van administraties – gesloten stortplaatsen de ligging niet meer bekend is. Dat zal bij de C2-deponie op de Maasvlakte niet gauw het geval zijn, maar daarvan is bekend dat de bedrijfsvoering voor niet meer dan 250 jaar wordt gegarandeerd door de exploitant vanwege de verwachte zeespiegel stijging.

Aan de andere kant wordt door de voorreiniging wel voorkomen dat niet uit de ondergrond afkomstige stoffen daarin terechtkomen.

Al met al is een keuze tussen voorkeursalternatief en 'Alternatief A' vooral een economische en ethische kwestie, veel minder een milieugerelateerde.

In Tabel 17 en Tabel 18 is de opbouw van de conform schaduwrijzen methodiek en distance-to-target methodiek gewogen bijdragen gegeven.

Zoals uit de ongewogen bijdragen valt te verwachten geeft Alternatief B de hoogste scores in beide weggingen. Het voorkeursalternatief geeft een iets lagere- dus betere – score bij toepassing van de distance-to-target methodiek en schaduwrijzen methodiek dan Alternatief A. Gezien de betere score van het voorkeursalternatief is een weging eigenlijk ook niet nodig.

⁴ Tegenwoordig de afdeling 'Uitvoering Afvalbeheer' van SenterNovem.

Samenvattend kan worden gesteld dat er weinig verschil is tussen Voorkeursalternatief en Alternatief A. Het voorkeursalternatief geeft een lagere – vooral indirecte – milieubelasting dan Alternatief A.

Tabel 16 Vergelijking van de bijdragen van de vier beschouwde verwijderingroutes voor waterstromen aan de beschouwde milieuthema's

		voorkeursalternatief	alternatief A	alternatief B
<i>(Effectgericht)</i>				
Abiotische uitputting	kton Sb	2,4	2,5	14
Versterking broeikaseffect (100)	kton CO ₂	290	294	1.656
Aantasting ozonlaag	kton CFK11	8,2E-06	1,8E-05	2,2E-04
Fotochemische oxidantvorming	kton etheen	2,4E-02	2,6E-02	1,6E-01
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kton 1,4 dichloor benzeen	1,1	1,2	4.033
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kton 1,4 dichloor benzeen	4,6E-01	4,7E-01	14.727.101
Humane toxiciteit	kton 1,4 dichloor benzeen	20	20	12.844
Verzuring (A&B)	kton SO ₂	6,6E-01	7,0E-01	4,1E+00
Vermesting (aquatisch)	kton PO ₄	6,3E-02	7,0E-02	4,1E-01
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kton NO _x	4,3E-01	4,6E-01	2,7E+00
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-		3,7E-03	7,9E-02
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y		4,8E-02	1,2E+00
<i>(Ingreepgericht)</i>				
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	10 ⁶ m ² y		6,5E-03	1,4E-01
Finaal afval (totaal)	kton	24	99	2.109
Energieverbruik (totaal)	TJ	3.914	3.986	22.335
Waterverbruik (totaal)	1.000 m ³	6.552	6.863	38.858

Tabel 17 Opbouw schaduwrijzen van de vier beschouwde alternatieven voor waterverwijdering

		voorkeursalternatief	alternatief A	alternatief B
Abiotische uitputting	kton Sb			
Versterking broeikaseffect (100)	kton CO ₂	14	15	83
Aantasting ozonlaag	kton CFK11	2,5E-04	5,4E-04	6,6E-03
Fotochemische oxidantvorming	kton etheen	5,2E-02	5,5E-02	3,4E-01
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kton 1,4 dichloor benzeen			
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kton 1,4 dichloor benzeen			
Humane toxiciteit	kton 1,4 dichloor benzeen	37,1	37,5	24.224
Verzuring (A&B)	kton SO ₂	2,7	2,8	16,4
Vermesting (aquatisch)	kton PO ₄	0,57	0,63	3,7
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kton NO _x			
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-			
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y			
<i>(Ingreepgericht)</i>				
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	10 ⁶ m ² y			
Finaal afval (totaal)	kton	4	18	390
Energieverbruik (totaal)	TJ			
Waterverbruik (totaal)	1.000 m ³			
		59	74	24.717

Tabel 18 Opbouw distance to target weging voor de vier alternatieven voor waterverwijdering

		voorkeursalternatief	alternatief A	alternatief B
Abiotische uitputting	kton Sb			
Versterking broeikaseffect (100)	kton CO ₂	171	174	977
Aantasting ozonlaag	kton CFK11	2,5E-05	5,4E-05	6,6E-04
Fotochemische oxidantvorming	kton etheen	1,6E-02	1,7E-02	1,0E-01
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kton 1,4 dichloor benzeen	0,38	0,39	1.371
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kton 1,4 dichloor benzeen	0,16	0,16	5.007.214
Humane toxiciteit	kton 1,4 dichloor benzeen	13,0	13,1	8.477
Verzuring (A&B)	kton SO ₂	1,9	2,0	11,9
Vermesting (aquatisch)	kton PO ₄	0,11	0,13	0,7
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kton NO _x	0,78	0,83	4,9
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-			
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y			
<i>(Ingreepgericht)</i>				
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	10 ⁶ m ² y			
Finaal afval (totaal)	kton	57	238	5.063
Energieverbruik (totaal)	TJ			
Waterverbruik (totaal)	1.000 m ³			
		244	429	5.023.120

8 Verwijdering van teruggeproduceerde operationele vloeistoffen geanalyseerd

Als gezegd ligt de verwijdering van de teruggeproduceerde operationele vloeistoffen middels injectie gevoelig omdat het stromen betreft die geen natuurlijke oorsprong hebben, maar kunstmatig zijn geproduceerd en zijn toegepast bij een economische activiteit. Injectie van deze stromen – hoe klein hun volume ook is – wordt door sommige actoren gezien als stort in een nog onaangetast milieucompartiment.

8.1 Aard van teruggeproduceerde operationele vloeistoffen

De categorie operationele vloeistoffen bestaat als aangegeven in hoofdstuk 2 uit doodpompvloeistoffen en stimulatievloeistoffen.

Doodpompvloeistof betreft in feite een zoutoplossing met een specifiek gewicht (kg/m^3) dat voldoende is om, wanneer de gas- of oliewinningsput wordt gevuld met deze vloeistof, de druk uit het ondergrondse reservoir te compenseren en de put stil te leggen. Hierdoor is bovengronds onderhoud aan putmondning of behandelingsinstallaties mogelijk. Voor de putten in het Schoonebeker olieveld kan worden volstaan met een KCl oplossing van beperkte sterkte.

Doodpompvloeistoffen worden na onderhoud grotendeels weer teruggeproduceerd in een kwaliteit, die hergebruik toelaat. Alleen het laatste deel van de teruggeproduceerde doodpompvloeistof is door menging onder in de put met formatiewater niet meer geschikt voor hergebruik en moet worden verwijderd

Stimulatievloeistoffen bestaan uit een mengsel van zoutzuur, waterstoffluoride en additieven en wordt gebruikt om gas- of oliewinning te stimuleren door bijvoorbeeld het oplossen van afzettingen en aanslag in de put. Uitgewerkte stimulatievloeistof wordt teruggeproduceerd. In de teruggeproduceerde vloeistof zijn opgeloste zouten aanwezig, daarnaast is de vloeistof evenals het laatste staartje doodpompvloeistof verontreinigd met formatiewater.

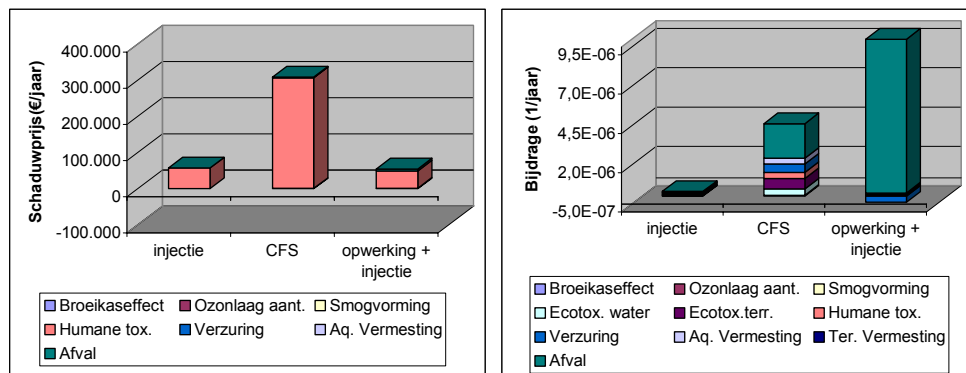
Een inschatting van de samenstelling van beide soorten teruggeproduceerde operationele vloeistoffen voor de casus Schoonebeek is gegeven in bijlage D.

NAM heeft de voorkeur aan injectie van deze teruggeproduceerde stromen omdat bovengrondse verwerking duur is en omdat verwerkingsmogelijkheden beperkt zijn vanwege het hoge zoutgehalte in beide reststromen. Vanwege de aard van beide stromen is er regelmatig discussie gevoerd met vergunningverleners over dit voornemen.

8.2 Resultaten uit eerdere analyse

CE heeft als gezegd in een eerder project in het kader van deze discussie al een LCA uitgevoerd voor vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatie vloeistof van gaswinning. In deze LCA is injectie in Borgsweer vergeleken met bovengrondse verwerking bij een commerciële zuiveraar (CFS in Weert). Ook is een theoretische analyse van een desk top design van een uitgebreide en speciaal voor beide reststromen ontwikkelde zuiveringsinstallatie uitgevoerd. De zuivering was specifiek gericht op het terugwinnen van zoveel mogelijk waardevolle componenten uit beide reststromen – zoals ammoniak en ijzer – voorafgaand aan injectie van de resterende zoutoplossing in de diepe ondergrond. De resultaten van de LCA zijn in onderstaande figuur weergegeven. De daarin getoonde resultaten laten zien dat conform de LCA injectie van teruggeproduceerde operationele vloeistoffen van gasproductie milieuvriendelijker of op z'n minst gelijkwaardig is qua milieubelasting aan opwerking en voorzuivering voorafgaand aan injectie. Bovengrondse verwerking is echter in elk geval steeds milieubelastender dan beide andere opties.

Figuur 4 Resultaten LCA voor teruggeproduceerde operationele vloeistoffen van gaswinning (CE, 2003)



De resultaten van deze LCA zijn niet volledig toepasbaar op het initiatief in Schoonebeek. De voorzuivering zoals beschouwd voor de teruggeproduceerde operationele vloeistoffen van gaswinning in de eerdergenoemde LCA is zowel technisch als economisch geen reële optie voor de teruggeproduceerde operationele vloeistoffen vrijkomend bij oliewinning uit het Schoonebeker veld:

- In de teruggeproduceerde operationele vloeistoffen vrijkomend bij oliewinning uit het Schoonebeker veld zijn minder potentieel waardevolle componenten als ijzer en ammoniak aanwezig, waardoor isolatie van deze componenten niet logisch is.
- Stoomstrippen van ontvettingsmiddel en ammoniak is voor de teruggeproduceerde operationele vloeistoffen vrijkomend bij oliewinning uit het Schoonebeker veld geen optie vanwege het hoge gehalte aan calcium, silicium en boor.

Wel kan worden gesteld dat de teruggeproduceerde operationele vloeistoffen van gaswinning en van oliewinning uit het Schoonebeker veld dusdanig veel op elkaar

lijken dat bovengrondse verwerking bij bijvoorbeeld CFS ook voor teruggeproduceerde operationele vloeistoffen van oliewinning steeds milieubelastender zal zijn dan injectie.

Een alternatief voor de voorzuivering voorafgaand aan injectie is de zuivering in OBI en actief kool filter, zoals beschouwd in 'Alternatief A'.

8.3 Analyse voor de in deze studie beschouwde verwijderingsalternatieven

Voor de in deze studie beschouwde verwijderingsalternatieven is een aparte milieu-analyse uitgevoerd, gebaseerd op de geschatte chemische samenstelling van de vloeistoffen (zie Appendix D). Daarbij is eerst weer een inschatting gemaakt van de gebruiken van bedrijfsmiddelen en transporten:

- In het voorkeursalternatief wordt enkel 4 kWh_e/m³ aan elektriciteit gebruikt.
- In alternatief A wordt naast 4 kWh_e/m³ ook circa 0,9 kg actieve kool gebruikt. De stort van de actieve kool vergt per ton actieve kool de in Tabel 7 gegeven gebruiken van zand, big bags, hoezen en van transporten.
- Voor Alternatief B zijn de gebruiken van bedrijfsmiddelen en transporten per m³ teruggeproduceerde operationele vloeistoffen gegeven in Tabel 10, terwijl daarnaast voor het storten van een ton indampingsresidu de specifieke gebruiken per ton residu uit Tabel 11 van toepassing zijn. Een m³ teruggeproduceerde operationele vloeistof bevat circa 113 kg zouten.

De resulterende gebruiken van bedrijfsmiddelen en transporten zijn gegeven in Tabel 19.

Tabel 19 Gebruiken van bedrijfsmiddelen en transporten per m³ teruggeproduceerde operationele vloeistoffen

	Voorkeursalternatief	Alternatief A (voorzuivering)	Alternatief B (indamping)
Chemicaliën (kg)			
NaOH (50%)			1,9
Na ₂ CO ₃			51
Ca(OH) ₂			10
HCl (31%)			3,0
actieve kool		0,9	
Elektriciteit (kWh _e)	4	4	51
Hulpmiddelen stort			
zand (kg)		1	42
big bag (kg)		0,0045	0,19
PE-hoes (kg)		0,0016	0,068
mobiel werktuig (MJ)		0,00014	0,010
Transporten (ton·km)			
wegtransport		0,32	7,8
binnenvaart schip		0,36	1,5

Daarnaast zijn voor alternatief B conform de theorie uit LAP en het 'eeuwigdurende nazorg' beleid inzake stortplaatsen de emissies vanuit het gestorte zoutresidu uit de teruggeproduceerde operationele vloeistoffen bepaald (zie Tabel 20).

Tabel 20 Berekening emissies naar bodem uit stort

	Hoeveelheid in vloeistof (kg/m ³) – zie App. D	Percentage uitloogbaar bij L/S = 1	Emissies (kg/m ³) bij L/S = 0,28
Arseen		0,75%	
Zilver			
Barium	3,72E-02	6,90%	3,91E-04
Boor	1,53E-02		
Cadmium		6,90%	
Chroom		2,49%	
Koper		9,42%	
Kwik		0,01%	
Mangaan	4,38E-04	1,06%	7,09E-07
Nikkel		2,03%	
Lood		35,82%	
Strontium		30,00%	
Zink		13,77%	

De emissies naar de bodem zijn weer geschat uitgaande van de uitloogbaarheid van zware metalen in rookgasreinigingsresidu (zie hoofdstuk 6).

De resulterende bijdragen per alternatief zijn gegeven in tabel 21.

Ook voor de teruggeproduceerde operationele vloeistoffen geeft het voorkeursalternatief een duidelijk lagere milieubelasting op alle milieuthema's dan alternatief B. Het verschil tussen voorkeursalternatief en alternatief B is significant en uitgesproken en is toe te schrijven aan enerzijds het veel omvangrijkere gebruik van bedrijfsmiddelen in alternatief B en anderzijds aan de emissies uit gestort residu in alternatief B.

Het voorkeursalternatief geeft bovendien ook een lagere bijdrage aan alle beschouwde milieuthema's in vergelijking met alternatief A. Het verschil tussen voorkeursalternatief en alternatief A is veel minder significant omdat het verschil tussen beide alternatieven enkel het nazuiveren van de te injecteren vloeistof middels actieve kool is. Er zijn dan ook enkel duidelijk verschillende scores wanneer de thema's gerelateerd zijn aan storten van residu – zoals het thema 'finaal afval'.

Er lijkt daarom weinig op tegen om alternatief A op te leggen voor verwijdering van teruggeproduceerde operationele vloeistoffen. Het is echter wel de vraag of dit technisch mogelijk is. De opzet van alternatief A gaat uit van menging van alle te injecteren stromen gevolgd door voorafscheiding van olie in de OBI en nabehandeling met actieve kool.

Tabel 21 Resulterende bijdragen aan beschouwde milieuthema's

		Voorkeurs Alternatief	Alternatief A (voorzuiivering)	Alternatief B (indamping)
<i>(Effectgericht)</i>				
Abiotische uitputting	kg Sb	2,39E-02	2,43E-02	0,55
Versterking broeikas effect (100)	kg CO ₂	2,9	2,9	75
Aantasting ozonlaag	kg CFK11	8,0E-08	2,0E-07	1,5E-05
Fotochemische oxidantvorming	kg etheen	2,4E-04	2,6E-04	1,2E-02
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kg 1,4 dichloor benzeen	1,1E-02	1,2E-02	2,9
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kg 1,4 dichloor benzeen	4,57E-03	4,61E-03	164
Humane toxiciteit	kg 1,4 dichloor benzeen	0,19	0,20	18
Verzuring (A&B)	kg SO ₂	6,54E-03	6,98E-03	0,33
Vermesting (aquatisch)	kg PO ₄	6,2E-04	7,0E-04	1,4E-02
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kg NO _x	4,3E-03	4,6E-03	1,1E-01
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-		4,5E-05	7,3E-03
Fysieke aantasting - life support	Mg/ha.y		5,9E-04	1,1E-01
<i>(Ingreepgericht)</i>				
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	m ² .y		8,0E-05	1,9E-02
Finaal afval (totaal)	kg	0,2	2,2	161
Energieverbruik (totaal)	MJ	39	39	616
Waterverbruik (totaal)	liter	65	68	1.048

Het is vanzelfsprekend niet reëel om aan te nemen dat in plaats hiervan de terugggeproduceerde operationele vloeistoffen eerst samen met productiewater in de OBI worden behandeld om vervolgens weer te worden afgescheiden voor een nabehandeling met actieve kool.

Toepassen van alternatief A vergt dus óf het volledig behandelen van alle waterstromen met actieve kool óf de bouw van een aparte waterzuivering bestaande uit een OBI of vergelijkbare verwijderingstechniek voor olie en uit een actief kool filter. Nagegaan zou moeten worden hoe duur een dergelijke installatie is en afgewogen zou moeten worden of de kosten redelijk zijn voor de reiniging van een beperkt volume van circa 2.800 m³/jaar.

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Waterstromen van oliewinning

LCA in het kader van MER
Herontwikkeling olieveld
Schoonebeek

Bijlagen

Rapport

Delft, 17 maart 2006

Opgesteld door: H.J. (Harry) Croezen
J. (Jessica) van Swigchem

A Achtergrond gegevens voor chemicaliën,
energiesdragers en transporten

Tabel 22 Bijdragen aan milieuthema's per eenheid

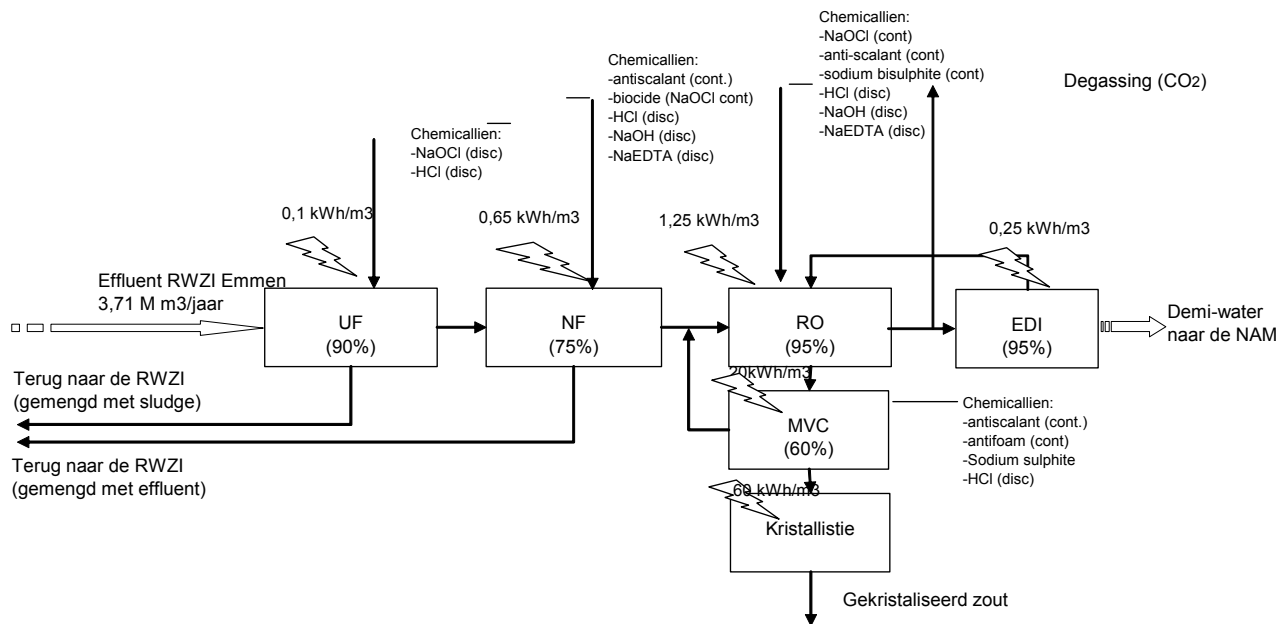
	HCl	NaOH	Na ₂ CO ₃	Na ₂ S	NaOCl	NaHSO ₃	CaO	CaCO ₃	H ₂ SO ₄	FeCl ₃	HOK	aardgas	elektriciteit	zand	big bag	Transporten
	kg	Kg	kg	kg	kg	Kg	kg				kg	GJ warmte	GJ	kg	ton	per km
Abiotische uitp	5,82E-03	0,02	2,86E-03	0,00	5,97E-03		0,00	1,28E-04	8,18E-04	5,16E-03	0,00	6,42E-01	1,66	0,00	0,03	0,01
Broeikaseneffect	7,89E-01	1,71	4,32E-01	0,51	8,33E-01		1,13	2,31E-02	1,20E-01	7,36E-01	0,20	60,880	198,30	0,01	2,37	0,96
Ozonlaag aant.	1,37E-06	0,00	9,46E-09	0,00	5,88E-08		0,00	2,15E-09	1,20E-08	1,69E-06	0,00		0,00	0,00		
Smogvorming	1,87E-04	0,00	1,32E-04	0,00	1,78E-04		0,00	4,12E-06	6,28E-04	1,76E-04	0,00		0,02	0,00	0,00	0,00
Ecotox. water	9,92E-02	0,01	4,66E-02	0,00	9,57E-02		0,00	3,50E-03	2,53E-02	1,39E-01	0,00		0,76	0,00	0,02	0,00
Ecotox.terr.	1,26E-02	0,00	1,33E-03	0,00	1,29E-02		0,00	8,47E-05	6,75E-04	1,92E-02	0,00		0,32	0,00	0,00	0,00
Humane tox.	4,77E-01	0,10	2,50E-01	0,03	4,50E-01		0,15	1,25E-02	1,29E-01	6,71E-01	0,01	0,014	13,47	0,00	0,03	5,55
Verzuring	4,50E-03	0,00	3,98E-03	0,01	4,21E-03		0,00	1,01E-04	1,59E-02	4,14E-03	0,00	0,012	0,45	0,00	0,01	0,01
Aq. Vermesting	3,36E-04	0,00	5,09E-04	0,00	3,40E-04		0,00	2,14E-05	1,21E-04	3,17E-04	0,00	0,002	0,04	0,00	0,00	0,00
Ter. Vermesting		0,00		0,00			0,00				0,00	0,012	0,30	0,00	0,01	
Biodiv.		0,00														
Lifesupp		0,05														
Landgebruik		0,01														
Afval		0,15		0,03			0,19				0,02		16,12	0,02	0,06	0,00
Energie		24,76		7,07			5,06				2,51	1,09	2.679,50	0,08	47,90	12,33
Waterverbruik		30,30		8,87			1,04				19,13		4.484,98	0,71	650,10	0,06

B Uitgangspunten voor gebruiken en emissies ketelvoeding water productie bij Nieuwater

B.1 Beschrijving

NieuWater produceert ketelvoeding water voor NAM voor stoomproductie uit RWZI-effluent middels een systeem van ultrafiltratie, nanofiltratie en omgekeerde osmose waarbij in feite de in het water opgeloste stoffen voor het merendeel steeds verder worden geconcentreerd in een deelstroompje. De bulk van het water wordt tenslotte nog eens 'gepolijst' – ontdaan van de laatste opgeloste stoffen - in een ionenwisselaar.

Figuur 5 Opwerkingsinstallatie voor RWZI-effluent



Het deelstroompje wordt in dit alternatief ingedampt tot een 'steekvast' residu, dat naar verwachting van de initiatiefnemers zal moeten worden gestort. Indampen vindt plaats in twee stappen:

- een concentratie van het opgeloste materiaal middels mechanische damprecompressie;
- verdere droging van het concentraat (de 'brüden') in een kristallisatie eenheid.

Zowel in de mechanische damprecompressie installatie als de kristallisatie installatie wordt elektriciteit gebruikt om de voor de verdamping benodigde energie te leveren. Door optimale warmte terugwinning is het energiegebruik beperkt tot enkele tientallen kWh_e/ton afgedampt water.

Het residu bestaat uit een zoutmengsel met onbekende concentraties zware metalen en andere verontreinigingen. Het mengsel zal sterk hygroscopisch zijn en zeer makkelijk oplossen in water.

Door het opwerken van effluent tot ketelvoeding water en het indampen van het opwerkingsresidu wordt de emissie die zou optreden bij directe lozing van het effluent op oppervlaktewater voorkomen.

Stort van residu van NieuWater

Het zoutresidu dat vrijkomt bij NieuWater zal waarschijnlijk dienen te worden gestort. Als aangegeven in Hoofdstuk 3 is in deze studie aangenomen dat de stort plaatsvindt op een zelfde manier als bij stort van droog rookgasreinigingsresidu van AVI's.

Het residu van NieuWater wordt in dat geval in big bags verzameld. Volle big bags worden aan de bovenzijde afgedekt met een PE hoes. De big bags worden vervolgens naar is aangenomen over een afstand van 50 km over de weg getransporteerd en in een stortlichaam met een uiteindelijke maximale hoogte van 15 meter ondergebracht (MER LAP, 2002). Om een stabiele stapeling te krijgen wordt tussen op elkaar te plaatsten big bags een laag van 0,3 meter zand aangebracht waarmee oneffenheden worden uitgevlakt. Ook tussen naast elkaar geplaatste big bags wordt zand gestort om afglijden en verschuiven te voorkomen. De zandlagen zijn daarnaast bedoeld om regenwater en percolaat versneld uit het stortlichaam af te voeren.

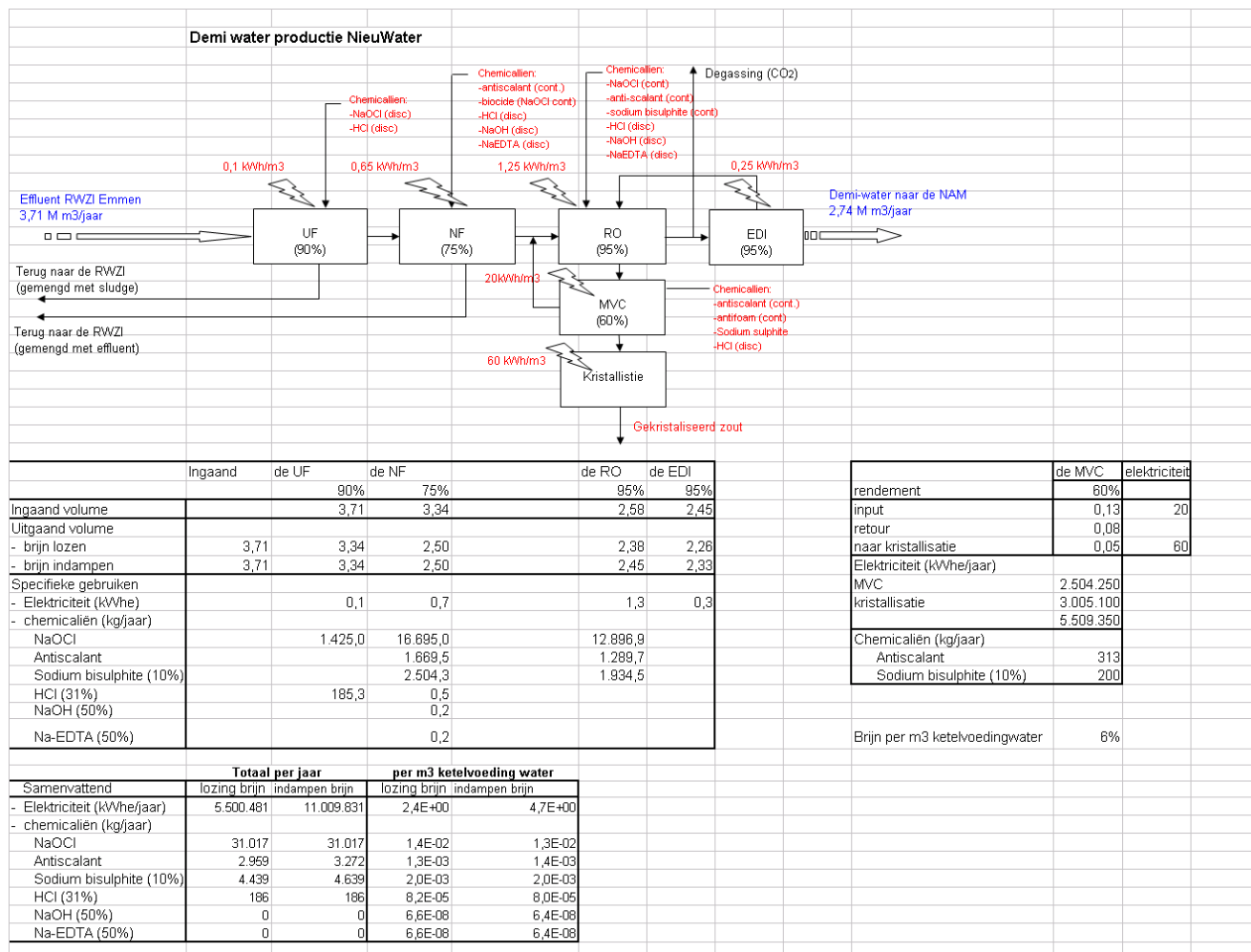
Het in de stort gebruikte zand wordt per schip en over de weg aangevoerd over afstanden van respectievelijk 30 en 50 kilometer.

B.2 Massabalans

In onderstaande screendump is een overzicht gegeven van de voor ketelvoeding water productie bij NieuWater aangehouden massabalansen en de specifieke gebruiken.

De specifieke gebruiken zijn bepaald aan de hand van de jaargebruiken per proces om daarna te delen door het per jaar geproduceerde ketelvoeding water volume (2,28 of 2,33 miljoen m³/jaar).

Figuur 6 Massabalans ketelvoeding water productie uit RWZI-effluent



B.3 Bedrijfsmiddelen

Productie van ketelvoeding water uit RWZI effluent

Productie van ketelvoeding water uit RWZI effluent vergt inzet van elektriciteit en chemicaliën.

Helaas is geen informatie uit eerste hand (van NieuWater) beschikbaar. Maar op basis van de expertise van Haskoning is een schatting gemaakt van de gebruiken van chemicaliën en elektriciteit van de ketelvoeding water installatie zelf.

Een deel van het ingenomen effluent wordt weer geretourneerd naar de RWZI als concentraat van nanofiltratie en ultrafiltratie (zie Figuur 5). Het betreft in deze opzet van het ketelvoeding water productieproces totaal circa 450.000 m³/jaar.

Tabel 23 Bedrijfsmiddelen gebruik bij opwerking RWZI-effluent in basisaltermatief

	Waterfabriek		MVC + kristallisatie		Totaal
	totaal per jaar	per m ³ ketelvoeding water	totaal per jaar	per m ³ ketelvoeding water	per m ³ ketelvoeding water
Chemicaliën (kg/jaar)					
NaOH (50%)	0,2	5,5E-08			5,47E-08
NaOCl (puur)	31.101	1,1E-02			0,011
HCl (31%)	186	6,8E-05			6,78E-05
Antiscalant	2.968	1,1E-03	650	2,4E-04	0,0013
Sodium bisulphite (10%)	4.451	1,6E-03	416	1,5E-04	0,0018
Na-EDTA (50%)	0,2	5,5E-08			5,47E-08
Antifoam (1%)					
Elektriciteit (kWh/jaar)	6.526.680	2,4	11.440.000	4,2	6,6

Het in Tabel 23 is overigens niet compleet. Een deel van het behandelde effluent wordt als gezegd geretourneerd naar de RWZI en daar verder c.q. nogmaals behandeld. Deze behandeling zal ook bedrijfsmiddelen energie vergen. Maar door gebrek aan gegevens is niet uit te maken wat de omvang van de bedrijfsmiddelen consumptie voor dit deel van het proces is.

Stort van opwerkingsresidu

De voor stort benodigde bedrijfsmiddelen en transporten (zie Tabel 24) zijn berekend conform de methodiek uit het MER LAP en conform de kennis die is opgedaan in een voor GDA uitgevoerde LCA van stort van rookgasreinigingsresidu.

Tabel 24 Bedrijfsmiddelen gebruik bij stort van opwerkingsresidu

	per ton	gehele exploitatie	gemiddeld
Hulpmiddelen stort			
zand (kg)	204	4.217.105	4.217.105
big bag (kg)	0,9	18.826	18.826
PE-hoes (kg)	0,3	6.777	6.777
mobiel werktuig (MJ)	0,1	1.609	1.609
Transporten (ton-km)			
wegtransport	60	1.246.305	1.246.305
binnenvaart schip	7	147.599	147.599

In de eerste plaats is het gebruik van big bags en hoezen berekend uitgaande van een bulkdichtheid van het zoutresidu van 1,2 kg/l. Delen van hoeveelheid residu geproduceerd gedurende de exploitatieperiode (20.709 ton) door deze bulkdichtheid geeft het aantal benodigde big bags. De voor stort van rookgasreinigingsresidu gebruikte big bags hebben een volume van 1,25 m³, een grondvlak van 1,25 m² en wegen 2,5 kg per stuk, de PE hoezen wegen 0,9 kilo per stuk (zie (CE, 2003)).

Het gebruik van zand volgt uit de aanname dat tussen big bags een laag van 0,3 meter zand wordt aangebracht. Bij een oppervlak van 1,25 m² per big bag en een bulkdichtheid van zand van 1,5 kg/l geeft dit een gebruik van 560 kilo per big bag. Aangenomen is dat het zand over een afstand van 50 kilometer over de weg wordt getransporteerd naar de stort (aanname uit (MER LAP, 2002)). Ook de voor het residu aangenomen transportafstand van 35 kilometer is rechtstreeks (MER LAP, 2002) overgenomen.

Voor het in de stort 'handlen' van zand en big bags wordt uitgegaan van een specifiek gebruik van 60 MJ/ton materiaal (MER LAP, 2002).

B.4 Emissies

B.4.1 Uitgespaarde emissies door effluent opwerking

Om de door opwerking van RWZI-effluent en indamping van opwerkingsresidu uitgespaarde emissies is een schatting gemaakt van de uitgespaarde emissies aan de hand van de concentraties in het concentraat (de brüden) van de MVC (zie Figuur 5). Door vermenigvuldiging met het debiet aan concentraat (zie Tabel 5) zijn de in eveneens in Tabel 25 gegeven totalen per jaar berekend. Door het opwerken en indampen van een deel van het effluent van de RWZI wordt in ieder geval lozing van **deze** jaarlijkse vracht op het oppervlaktewater voorkomen.

Tabel 25 Schatting van door RWZI-effluent opwerking vermeden jaarlijkse emissies naar oppervlaktewater

	Concentratie in concentraat naar MVC (kg/l)	Emissies per m ³ ketelvoedings water	Emissies per jaar (kg)
Emissies naar water			
COD			
Na	9,1E-04	8,6E-02	2,4E+05
K	3,2E-04	3,0E-02	8,3E+04
Ca	8,2E-05	7,8E-03	2,1E+04
Mg	1,1E-05	1,0E-03	2,9E+03
Fe			
Cl	1,1E-03	1,0E-01	2,8E+05
F	3,0E-06	2,8E-04	7,8E+02
Br			
SO ₄	1,6E-05	1,5E-03	4,2E+03
SO ₃			
S ₂ ⁻			
HCO ₃			
NH ₄	7,0E-05	6,6E-03	1,8E+04
NO ₃	1,6E-04	1,5E-02	4,1E+04

Als gezegd wordt daarnaast een deel van het tot ketelvoeding water op te werken effluent weer getourneerd naar de RWZI. In de RWZI zal een zekere ver-

dere reiniging van de retourstroom plaatsvinden voordat het wordt geloosd op oppervlaktewater. Daardoor zullen nog andere emissies worden voorkomen. Helaas is het door gebrek aan kennis over het proces bij NieuWater en de RWZI niet goed mogelijk om dit effect te kunnen kwantificeren en meenemen in de LCA.

B.4.2 Emissies uit gestort slib

Daarnaast ontstaan er na verloop van enkele decennia ook emissies naar de bodem vanuit het gestorte residu.

Zoals in (CE, 2003) is uitgezocht wordt er door deskundigen vanuit gegaan dat door het karakter van het gestorte materiaal de big bags na verloop van enkele decennia zullen verteren en de inhoud bloot komt te liggen. In het ontwikkelde beleid voor eeuwigdurende nazorg van stortplaatsen - dat een termijn van 10.000 jaar bestrijkt - is aangenomen dat ook de onderafdichting van de stort op termijn van decennia of eeuwen zal falen door de inwerking van zouten en zuren in het percolaat in de stort. Het ontwerp van een stortplaats is dan ook met name gericht op een zo goed mogelijke 'eeuwigdurende' afdichting van de bovenkant om zoveel mogelijk waterinfiltratie te voorkomen en daarmee uitstroom van percolaat en belasting van de bodem onder de stort te minimaliseren.

De infiltratie zal conform de in het 'eeuwigdurende nazorg' beleid gemiddeld 0,5 mm/jaar/m² bedragen. Rekening houdend met een storthoogte van 15 meter en een hoogte van big bag laag en uitvullaag (zand) van respectievelijk 1 en 0,3 meter betekent dit een infiltratie van 0,36 liter per kg residu⁵.

Het opwerkingsresidu bevat voor zover bekend geen zware metalen. Aanwezigheid van andere toxische stoffen is beperkt tot fluoriden. Er zullen daarnaast mogelijk emissies van ammonium of nitraat optreden, maar door gebrek aan inzicht in de processen in een stort is niet goed in te schatten hoe hoog deze zullen zijn. Verwacht wordt dat de fluoriden als calciumzout in het residu aanwezig zijn: slecht oplosbare verbindingen slaan bij verdere concentratie het eerst neer.

Uitgaande van het oplosbaarheidsproduct van CaF₂ in water (27 g/l = 14 g/l aan fluoriden) bedraagt de emissie van fluoride naar de bodem over een periode van 10.000 jaar circa $0,36 \times 0,014 = 0,005$ g/kg residu.

In het residu is circa 1 g/kg residu aanwezig. Een emissie van 0,005 g/kilo residu is theoretisch mogelijk.

⁵ Eén ton residu heeft een volume van $1/1,2 = 0,83$ m³. Dit volume wordt in een verhouding van 1 : 0,3 verdeeld over een kolom van 15 meter. Het resulterende oppervlak bedraagt $(0,83 \div 15) \times (1,3/1) = 0,072$ m². Per vierkante meter stort infiltreert in een periode van 10.000 jaar 5.000.000 liter water. Dit is $5.000 \times 0,072 = 360$ liter per ton.

B.5 Bijdragen aan milieuthema's

De uit bedrijfsmiddelen gebruik en emissies resulterende bijdragen aan de beschouwde milieuthema's zijn gegeven in

Het indampen van de brüden van het opwerkingsproces voorkomt belasting van het oppervlaktewater, hetgeen zich vertaald in een lagere bijdrage aan humane toxiciteit en ecotoxiciteit van zoet water. Maar dit vergt wel een dusdanig gebruik van bedrijfsmiddelen dat de bijdragen aan de andere milieuthema's ongeveer drie maal hoger liggen. Daarnaast zal de potentiële emissie van fluoride uit de stort van het indampingsresidu naar bodem op termijn ook een aanzienlijke belasting van de bodem zal geven.

Tabel 26 Opbouw bijdragen aan beschouwde milieuthema's voor productie van ketelvoeding water uit RWZI-effluent (alle getallen per m³ ketelvoeding water).

		Lozen			Indampen			
		Opwerken met indampen	Lozen zelf		Directe handling	Residu productie en verwijdering	Emissie uit stort	
<i>(Effectgericht)</i>								
Abiotische uitputting	kg Sb	1,51E-02		1,51E-02	4,00E-02	5,70E-05		4,01E-02
Versterking broeikas effect (100)	kg CO ₂	1,80E+00		1,80E+00	4,79E+00	5,69E-03		4,79E+00
Aantasting ozonlaag	kg CFK11	5,13E-08		5,13E-08	1,36E-07	1,97E-08		1,56E-07
Fotochemische oxidantvorming	kg etheen	1,51E-04		1,51E-04	4,01E-04	2,72E-06		4,03E-04
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kg 1,4 dichloor benzeen	7,60E-03	5,63E-02	6,39E-02	1,95E-02	8,03E-05	4,18E-03	2,38E-02
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kg 1,4 dichloor benzeen	2,97E-03	1,36E-07	2,97E-03	7,81E-03	5,24E-06	1,20E+04	1,20E+04
Humane toxiciteit	kg 1,4 dichloor benzeen	1,25E-01	1,09E+01	1,10E+01	3,30E-01	3,57E-04	8,22E-01	1,15E+00
Verzuring (A&B)	kg SO ₂	4,16E-03		4,16E-03	1,10E-02	4,59E-05		1,11E-02
Vermesting (aquatisch)	kg PO ₄	3,89E-04	2,45E-02	2,49E-02	1,04E-03	8,52E-06		1,04E-03
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kg NO _x	2,69E-03		2,69E-03	7,16E-03	4,41E-05		7,20E-03
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-	8,25E-07		8,25E-07	1,57E-06	4,18E-06		5,75E-06
Fysieke aantasting - life support	Tg/ha.y	1,32E-05		1,32E-05	2,50E-05	5,49E-05		8,00E-05
<i>(Ingreepgericht)</i>								
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	1m ² y	1,47E-06		1,47E-06	2,79E-06	7,38E-06		1,02E-05
Finaal afval (totaal)	kg	1,46E-01		1,46E-01	3,88E-01	2,38E-03		3,91E-01
Energieverbruik (totaal)	MJ	2,43E+01		2,43E+01	6,45E+01	8,94E-02		6,46E+01
Waterverbruik (totaal)	liter	4,06E+01		4,06E+01	1,08E+02	3,62E-01		1,08E+02

C Bepaling elektriciteitgebruik bij indamping van productiewater in Alternatief B

In Tabel 27 is de per jaar gebruikte hoeveelheid elektriciteit gegeven. De jaargebruiken zijn berekend conform de in Hoofdstuk 6 vuistregels voor elektriciteitgebruik en in te dampen watervolume voor MVC en kristallisatie eenheid.

Tabel 27 Berekening elektriciteitsgebruik mechanische dampcompressie

jaar	Bekende gegevens		Geschatte gegevens		Injectie	Terugwinbaar percentage	Specifiek gebruik (kWhe/m ³)	Jaargebruik (kWhe)
	Productiewater volume (m ³ /dag)	m ³ /jaar	TDS gehalte van het productiewater (mg/l)	Vaste stof productie (ton/jaar)				
2007	12.785	4.666.525	90.000	419.987	7.507	60%	44,65	208.360.341
2008	12.839	4.686.235	80.000	374.899	7.507	64%	41,98333333	196.743.766
2009	12.326	4.498.990	65.000	292.434	7.507	71%	37,98333333	170.886.637
2010	10.600	3.869.000	47.500	183.778	7.507	79%	33,31666667	128.902.183
2011	8.875	3.239.375	30.000	97.181	7.507	87%	28,65	92.808.094
2012	8.362	3.052.130	10.000	30.521	7.507	96%	23,31666667	71.165.498
2013	7.903	2.884.595	10.000	28.846	7.507	96%	23,31666667	67.259.140
2014	7.707	2.813.055	10.000	28.131	7.507	96%	23,31666667	65.591.066
2015	7.360	2.686.400	10.000	26.864	7.360	96%	23,31666667	62.637.893
2016	7.441	2.715.965	10.000	27.160	7.441	96%	23,31666667	63.327.251
2017	6.917	2.524.705	10.000	25.247	6.917	96%	23,31666667	58.867.705
2018	6.781	2.475.065	10.000	24.751	6.781	96%	23,31666667	57.710.266
2019	6.435	2.348.775	10.000	23.488	6.435	96%	23,31666667	54.765.604
2020	6.713	2.450.245	10.000	24.502	6.713	96%	23,31666667	57.131.546
2021	6.119	2.233.435	10.000	22.334	6.119	96%	23,31666667	52.076.259
2022	6.032	2.201.680	10.000	22.017	6.032	96%	23,31666667	51.335.839
2023	6.025	2.199.125	10.000	21.991	6.025	96%	23,31666667	51.276.265
2024	5.949	2.171.385	10.000	21.714	5.949	96%	23,31666667	50.629.460
2025	5.522	2.015.530	10.000	20.155	5.522	96%	23,31666667	46.995.441
2026	5.527	2.017.355	10.000	20.174	5.527	96%	23,31666667	47.037.994
2027	5.515	2.012.975	10.000	20.130	5.515	96%	23,31666667	46.935.867

jaar	Bekende gegevens		Geschatte gegevens					
	Productiewater volume (m ³ /dag)	m ³ /jaar	TDS gehalte van het productiewater (mg/l)	Vaste stof productie (ton/jaar)	Injectie	Terugwinbaar percentage	Specifiek gebruik (kWhe/m ³)	Jaargebruik (kWhe)
2028	5.569	2.032.685	10.000	20.327	5.569	96%	23,31666667	47.395.439
2029	5.135	1.874.275	10.000	18.743	5.135	96%	23,31666667	43.701.845
2030	5.049	1.842.885	10.000	18.429	5.049	96%	23,31666667	42.969.935
2031	4.993	1.822.445	10.000	18.224	4.993	96%	23,31666667	42.493.343
2032	5.040	1.839.600	10.000	18.396	5.040	96%	23,31666667	42.893.340
3033	4.987	1.820.255	10.000	18.203	4.987	96%	23,31666667	42.442.279
2034	5.038	1.838.870	10.000	18.389	5.038	96%	23,31666667	42.876.319
2035	5.041	1.839.965	10.000	18.400	5.041	96%	23,31666667	42.901.851
2036	5.035	1.837.775	10.000	18.378	5.035	96%	23,31666667	42.850.787
2037	5.046	1.841.790	10.000	18.418	5.046	96%	23,31666667	42.944.404
2038	5.061	1.847.265	10.000	18.473	5.061	96%	23,31666667	43.072.062
	80.200.355	80.200.355		1.960.681	72.410.450			2.178.985.717

D Samenstelling beschouwde waterstromen

De LCA is uitgevoerd voor drie beschouwde waterstromen (productiewater, operationele vloeistoffen, spoel- en spuiwater). De samenstelling van deze waterstromen die daarbij gehanteerd is, is opgenomen in Tabel 28. De gegevens zijn afkomstig van de NAM en het betreft een prognose.

Tabel 28 Aangehouden samenstellingen van de beschouwde waterstromen

	Productiewater		Operationele vloeistoffen	Spoel en spuiwater en ketelspui Operationele vloeistoffen
	eerste 5 jaar	na 5e jaar		
kg residu per m ³				
a) organisch				
benzeen				
ethylbenzeen				
tolueen				
xylenen				
PAK				
Olie (NEN 6673)				
TOC				
b) anorganisch				
Na	15.000	2.400	5250	
K	112,5	18	12617,705	
Ca	2.750	440	23892,937	
Mg	750	120	262,5	
Fe	6,25	1	2,1875	0,24
Cl	31.250	5.000	63419,158	1.200
F			3323,5635	
Br	187,5	30		
SO ₄	62,5	10	21,875	
SO ₃				
S ₂ ⁻	9,375	1,5	3,28125	
HCO ₃				
NH ₄			2588,9965	
NO ₃	3,125	0,5		
As				0,009
Ag				
Ba	106,25	17	37,1875	
Bo	43,75	7	15,3125	
Cd				0,0006
Cr				0,012
Cu				0,015

	Productiewater		Operationele vloeistoffen	Spoel en spuiwater en ketelspui Operationele vloeistoffen
	eerste 5 jaar	na 5e jaar		
kg residu per m ³				
Hg				0,00012
Mn	1,25	0,2	0,4375	
Ni				0,036
Pb				0,012
Sr				
Zn				0,075
Inert				
ontvettingsmiddel (ethanol?)			25627,71	
corrosie-inhibitoren (ammonium bisulfiet)				
- koperverbindingen			512,5542	
- organische fosforverbindingen			512,5542	
- anorganische (?) fosforverbindingen			512,5542	
- aminen			512,5542	
schuimremmers (aminen)			512,5542	
Polymer			96,2001	

Voor ketelspuiwater is vanwege ontbreken van informatie over de mogelijke samenstelling vooralsnog uitgegaan van de samenstelling zoals gegeven in de 'MoederMER', de MER voor injectie van waterstromen in Zuid-Oost Drenthe uit 1991. Het debiet aan spoel en spuit water is in vergelijking met het debiet aan ketelspuiwater zodanig klein dat invloed van deze stromen op de kwaliteit van deze waterstroom verwaarloosd is.

De samenstelling van de operationele vloeistoffen is geschat conform de methode die ook in de LCA voor injectie van operationele vloeistoffen in Borgsweer (CE, 2003) is gehanteerd. Op basis van praktijkervaringen is aangenomen dat de operationele vloeistoffen bij terugproduceren met gemiddeld 35% aan water uit het reservoir vervuild raken. Er is aangenomen dat de in Schoonebeek gebruikte stimulatie vloeistof dezelfde samenstelling zal hebben als de bij gaswinning in de Noordelijke provincies gebruikte stimulatie vloeistoffen zal hebben. Het gesteente waarin de gasreservoirs liggen bestaat net als het gesteente waarin het olie reservoir in Schoonebeek ligt uit zandsteen en kalkhoudend gesteente. De stimulatie vloeistof bestaat uit een verdunde oplossing van HCl met polymeer en diverse additieven. Aangenomen is dat bij de inwerking op het gesteente in de ondergrond kalkverbindingen in oplossing gaan. Op basis van informatie van NAM is bekend dat als doodpompvloeistof KCl pekkel zal worden gebruikt.