

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

Feiten en oplossingen

Vergelijking van injectie en andere verwerkingsopties

Eindrapport

Delft, mei 2003

Opgesteld door: H.J. Croezen
I. de Keizer



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

H.J. Croezen, I. de Keizer
Feiten en oplossingen
Vergelijking van injectie en andere verwerkingsopties
op basis van milieubelasting
Delft, CE, 2003

Aardgaswinning / Afvalwater / Milieu / Analyse / Milieubelasting / Bodemin-
jectie / LCA

Publicatienummer: 03.5439.18

Verspreiding van CE-publicaties gebeurt door:

CE
Oude Delft 180
2611 HH Delft
Tel: 015-2150150
Fax: 015-2150151
E-mail: publicatie@ce.nl

Opdrachtgever: Nederlandse Aardolie Maatschappij
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider H.J. Croe-
zen

© 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 is onderverdeeld in vijf secties die zich richten op de volgende werkterreinen:

- economie
- energie
- industrie
- materialen
- verkeer & vervoer

Van elk van deze secties is een publicatielijst beschikbaar. Geïnteresseerden kunnen deze opvragen bij CE tel: 015-2150150. De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Ontstane problematiek	4
1.3 Doel van de studie	4
1.4 Vergeleken routes	5
1.5 Leeswijzer	6
2 Werkwijze en uitvoering	7
2.1 Gehanteerde methodiek	7
2.2 Functionele eenheid	7
2.3 Vergelijking van opties	8
2.4 Diepgang van de studie	8
3 Injectie in de diepe ondergrond	9
3.1 Beschrijving	9
3.2 Milieubelasting	10
4 Verwerking bij CFS te Weert	13
4.1 Beschrijving	13
4.2 Milieubelasting	14
5 Mogelijkheden voor opwerking voorafgaand aan injectie?	17
5.1 Probleemstoffen	17
5.2 Uitgangspunten voor uitwerking	17
5.3 Oplossingsrichtingen	18
5.4 Uitwerking voor één mogelijke opzet	19
5.4.1 Beschrijving	19
5.4.2 Milieubelasting	21
6 Vergelijking resultaten	25
6.1 Weging	25
6.2 Opmerkelijke verschillen tussen methodieken	26
7 Conclusies	29
7.1 Vergelijking Directe injectie (route 1) en Verwerking via CFS Weert (route 2)	29
7.2 Vergelijking Directe injectie (route 1) en Voorbewerking voorafgaand aan injectie (route 3)	29
A Achtergrond gegevens	35
B Omschrijving beleidsgerelateerde milieuanalyses	41

Samenvatting

Recentelijk is discussie ontstaan tussen de NAM, verschillende overheden en andere actoren over de wenselijkheid van injectie van een tweetal afvalwaterstromen die vrijkomen bij de productie van aardgas. Het gaat daarbij om: vervuilde doodpompvloeistof (390 m³/jaar) en uitgewerkte stimulatievloeistof (400 m³/jaar). De NAM heeft CE gevraagd een globale milieuanalyse uit te voeren die meer inzicht moet geven in de milieubelasting van injectie in de diepe ondergrond in vergelijking met andere verwerkingsopties.

CE heeft vervolgens een globale LCA uitgevoerd waarin twee routes zijn vergeleken:

- 1 Injectie in de diepe ondergrond.
- 2 Verwerking via CFS in Weert.

Injectie van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof was tot voor kort de gangbare wijze om beide reststromen te verwijderen. Vanwege de discussie over de wenselijkheid daarvan en het niet verlengen van vergunningen voor injectie worden beide stromen nu verwerkt bij CFS in Weert.

Daarnaast is bij wijze van gedachte oefening een derde optie uitgewerkt, injectie in de diepe ondergrond voorafgegaan door een opwerking van de te injecteren reststromen. De derde route is gebaseerd op de resultaten van de parallel door CE uitgevoerde studie naar de perceptie van de verschillende partijen in de wenselijkheid van injectie in de diepe ondergrond [1]. De in het kader van deze studie gehouden interviews lijken aan te geven dat injectie in de diepe ondergrond acceptabel is wanneer de te injecteren reststromen lijken op proceswater c.q. formatiewater.

Per route is de bijdrage aan een 16-tal milieuthema's geschat, waarna de bijdragen onderling zijn gewogen om een voorkeur voor één van de verwijderingsroutes te kunnen uitspreken. Daarbij is gebruik gemaakt van de in het MER-LAP gehanteerde weegmethodiek. Ter vergelijking is daarnaast ook de in het nationale emissiebeleid gehanteerde 'schaduw prijzen' methodiek toegepast. Tevens is hierbij zoveel mogelijk aangesloten bij het huidige milieubeleid.

Resultaten en conclusies

Route 2 ten opzichte van route 1

Verwijdering via CFS scoort slechter dan injectie in de diepe ondergrond vanwege de emissies van zware metalen bij lozing van gezuiverd water en bij verbranding van zuiveringsslib.

Route 3 ten opzicht van route 1

Geconcludeerd kan worden dat het in principe mogelijk is een verwijderingssysteem te definiëren waarbij vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof worden opgewerkt tot een grotendeels verontreinigingvrije zoutoplossing zonder dat dit leidt tot meer milieubelasting. Dat is mogelijk door een aantal componenten uit beide reststromen nuttig toe te passen. Wel ontstaat er een hoeveelheid gevaarlijk afval, die gecontroleerd moet worden opgeslagen.

Waarschijnlijk hangt een voorkeur voor injectie met of zonder voorbewerking af van de percepties die men heeft van de injectie van zware metalen of de gecontroleerde bovengrondse of ondergrondse opslag van zware metalen.



1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Bij gasproductie komen grote hoeveelheden water als reststroom vrij. Het gasveld bevat naast gas ook zogenaamd formatiewater, dat deels in vloeibare vorm en deels als waterdamp met het gas wordt meegevoerd. Daarnaast valt er regenwater op de winningslocatie. Een klein deel daarvan raakt vervuild en kan niet op oppervlaktewater worden geloosd [MER Borgsweer, blz. 11]. Het wordt daartoe gemengd met het aardgas mee geproduceerde en afgescheiden productiewater waarna het mengsel wordt teruggeïnjecteerd in het reservoir.

Bij onderhoud van de winningsputten komen kleine hoeveelheden verbruikte vloeibare mijnbouwhulpstoffen vrij. Dit zijn vervuild geraakte *doodpompvloeistof* en *uitgewerkte stimulatievloeistof*.

Doodpompvloeistof is feitelijk een zoutoplossing met een bepaalde soortelijke massa, die wordt gebruikt om een winningsput druk vrij te maken ten behoeve van onderhoudwerkzaamheden. Dit wordt bereikt door in de put een kolom zoutoplossing te zetten. De kolom of batch wordt vervolgens teruggeproduceerd en opgeslagen voor hergebruik. Een klein deel is echter vervuild met productiewater en condensaat en moet worden verwijderd¹.

Stimulatievloeistof is verdund zoutzuur soms vermengd met verdund waterstof fluoride waaraan een geringe hoeveelheid hulpchemicaliën (o.a. corrosie remmer) is toegevoegd. Stimulatievloeistof wordt gebruikt om neerslag in het reservoir rondom de put, waardoor de winning van gas wordt bemoeilijkt, op te lossen. Het proces is vergelijkbaar met het ontkalken van een koffiezetapparaat. Het reactieproduct wordt teruggeproduceerd, samen met formatiewater en wordt vervolgens na neutralisatie verwijderd.

In beide gevallen gaat het om een gangbaar, niet vervuilde anorganische oplossing, die door menging (doodpompvloeistof) en chemische reacties (stimulatievloeistof) vervuild raakt met materialen uit de ondergrond, zoals zware metalen en condensaat. Een omvangrijkere beschrijving en de samenstelling van beide reststromen is gegeven in Bijlage A.

Overigens wordt de samenstelling van stimulatievloeistof en doodpompvloeistof afgestemd op de te behandelen specifieke put. Een putbehandeling wordt in het vakjargon een 'job' genoemd. De samenstelling van de gebruikte batch aan stimulatievloeistof of doodpompvloeistof verschilt sterk per batch of job omdat de eigenschappen van het veld waartoe de put toegang geeft sterk verschillend zijn.

¹ Condensaat is een mengsel van zwaardere koolwaterstoffen, die van nature in het gasveld voorkomen en bij kamertemperatuur en omgevingsdruk vloeibaar zijn. Het condensaat wordt samen met aardgas - de bij kamertemperatuur en omgevingsdruk vluchtige koolwaterstoffen uit het veld - gewonnen afgescheiden en aan de raffinage sector geleverd.

1.2

Ontstane problematiek

Tot voor kort was het gebruikelijk om vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof samen met het overige water in de diepe ondergrond te injecteren. Recentelijk echter is over de wenselijkheid van mee injecteren van beide reststromen discussie ontstaan tussen verschillende overheidsinstanties die het bevoegd gezag vormen en de NAM.

NAM verwacht dat injectie van beide reststromen in de diepe ondergrond milieutechnisch de beste manier is voor verwijdering van deze reststromen, maar heeft dit nog niet in detail onderbouwd. De provincie Drenthe heeft principiële bezwaren tegen deze injectie. De provincie is van mening dat een nog onbevuilde ondergrond zo min mogelijk vervuild mag worden. Bovengrondse verwijdering wordt doelmatiger geacht wat betreft milieubelasting. Het Ministerie van VROM deelt het standpunt van de provincie en heeft injectie van vloeibare afvalstromen in de diepe ondergrond in het Landelijk AfvalbeheersPlan (LAP) initieel als verwijderingsoptie uitgesloten. Dat is nu een “nee, tenzij ...”

Andere bevoegd gezagen waarmee NAM in het kader van vergunningen te maken heeft, hebben echter geen bezwaren (Ministerie van Economische Zaken) of eventuele bezwaren zijn niet dusdanig zwaarwegend dat geen vergunning wordt verleend (Groningen). De argumenten die partijen voor hun standpunten hebben komen deels aan de orde in een perceptieonderzoek [1] (zie ook hieronder).

Daarnaast wordt in internationaal beleid juist ingezet op injectie van vloeibare reststromen bij gas- en oliewinning in de diepe ondergrond. Bij offshore oliewinning geniet injectie van de (boor)vloeistoffen de voorkeur boven andere verwerkingsmethoden; ook hier zijn de grenzen (criteria) nog niet geheel duidelijk (de randvoorwaarden in termen van containment, risico-evaluatie e.d. wel).

Eén en ander heeft ertoe geleid dat vergunningen voor injectie in de diepe ondergrond van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimuleringsvloeistof door de Provincie Drenthe en het Ministerie niet zijn verlengd. NAM moet daarom beide stromen nu bij commerciële zuiveringsinstallaties voor industrieel afvalwater aanbieden. Verwerking vindt voor meer dan 95% van het aanbod plaats bij CFS in Weert. CFS is een commerciële zuiveringsinstallatie voor industrieel afvalwater (voor beschrijving, zie hoofdstuk 4). Zuivering in eigen beheer is wel door NAM overwogen zie [2], maar nooit gerealiseerd. Deze studie is meer als achtergrond materiaal gebruikt.

1.3

Doel van de studie

NAM wil graag de onduidelijkheid opheffen die is ontstaan door discrepanties in standpunten van verschillende actoren. Hiervoor is een aantal redenen aan te wijzen:

- de procedures die momenteel lopen rondom vergunningen: De vergunningaanvraag zou makkelijker kunnen verlopen, zonder langdurige juridische procedures of om consistentie in aanvragen en vergunningen te verkrijgen;
- NAM wenst te investeren in effectieve / efficiënte milieumaatregelen (ISO 14001);
- NAM wil meer algemeen eenduidigheid krijgen over hoe beleid ten aanzien van het gebruik van de diepe ondergrond voor verwijdering van



water/afvalstoffen dat vrij komt in de gas- en oliewinningsindustrie zich zal ontwikkelen.

NAM heeft in het kader hiervan CE gevraagd parallel aan elkaar twee onderzoeken uit te voeren om meer zicht te krijgen op de discussie en de doelmatigheid/milieubelasting:

- 1 Een globaal feitenonderzoek en –analyse ten aanzien van de verwerking van doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof waarbij wordt getracht de milieueffecten zo kwantitatief mogelijk in kaart te brengen.
- 2 Een analyse waarbij de criteria, key issues en zorgpunten, die spelen in de discussie met betrekking tot injectie in de diepe ondergrond, worden geïdentificeerd en gecommuniceerd.

De bedoeling van NAM is de resultaten van beide studies te gebruiken voor het opbouwen van een dialoog met Drenthe en VROM over watermanagement en verwijdering van afvalwaterstromen. Daarnaast wil NAM verdere discussie tussen politiek, overheden en bedrijfsleven over verantwoord gebruik van de diepe ondergrond. NAM wil uiteindelijk komen tot een breed gedragen consensus rond de wenselijkheid en criteria met betrekking tot injectie van vloeibare reststromen in de diepe ondergrond.

Dit rapport beschrijft het eerste onderzoek.

Het feitenonderzoek is op verzoek van de opdrachtgever uitgevoerd voor injectie bij Borgsweer in Groningen en niet voor injectie in Zuid-Oost Drenthe. Bij Borgsweer in Groningen wordt water van gaswinning in Groningen, Friesland, en offshore locaties in de diepe ondergrond geïnjecteerd. Door de beperkingen in de meest recente vergunningen worden vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof van onderhoud aan de putten in de eerdergenoemde regio's niet meer geïnjecteerd.

De feitenanalyse is uitgevoerd als een globale LCA. In bijlage B is aangegeven hoe een dergelijke studie moet worden gezien in het kader van het beleid rond afvalverwerking.

1.4 Vergeleken routes

In de studie zijn beide gangbare verwijderingsroutes vergeleken:

- a Injectie bij Borgsweer.
- b Verwerking bij CFS te Weert.

Verwerking bij CFS is met een verwerkingstarief van € 350,-/m³ erg duur, waardoor al op voorhand vraagtekens kunnen worden gezet bij de kosteneffectiviteit van deze route. Bovendien wordt bij bovengrondse verwijdering in het algemeen slib geproduceerd dat wordt verbrand terwijl daarnaast gezuiverd water op oppervlaktewater wordt geloosd. Helaas is zuivering nooit 100% effectief. Eén en ander leidt tot emissies naar lucht en water van zware metalen, die anders volledig in de ondergrond zouden teruggevoerd, waar ze oorspronkelijk ook uit kwamen. Daarom zijn op voorhand ook al vraagtekens te plaatsen bij de doelmatigheid qua milieubelasting van bovengrondse verwerking.

Er is onderzocht of er alternatieven voor verwerking bij CFS te Weert of verwerking door injectie zijn in de vorm van andere bestaande verwerkers van afvalwaterstromen, maar die bleken niet (makkelijk) te vinden. Beide reststromen zijn nogal extreem qua samenstelling. In beide gevallen betreft het

oplossingen met een zeer hoog gehalte aan opgeloste zouten. Dat is geheel andere materie dan waar de gemiddelde zuiveringsinstallatie mee te maken krijgt. Om die reden zijn er weinig zuiveringsinstallaties of andere bedrijven die dergelijke stromen kunnen en willen innemen. De enige bedrijven die dit wel doen, zijn vergelijkbaar met CFS te Weert.

Aan de andere kant lijken de resultaten van het perceptieonderzoek aan te geven dat injectie in de diepe ondergrond acceptabel is wanneer de te injecteren reststromen - in ieder geval voor het gevoel van de verschillende partijen - lijken op productiewater c.q. formatiewater. Met name het gegeven dat beide reststromen onder de oude BAGA regelgeving qua samenstelling gevaarlijk afval waren vormt een struikelblok in de perceptie van diverse partijen. Kortom, niet de hele reststroom is een probleem, maar bepaalde componenten daaruit.

Een mogelijk voor alle partijen acceptabel alternatief voor directe injectie en bovengrondse verwijdering via conventionele waterzuivering zou daarom opwerking tot een relatief onschuldige zoutoplossing kunnen zijn. Randvoorwaarden zullen zijn dat dit tegen redelijke kosten kan en dat geen diffuse emissies van zware metalen naar het milieu ontstaan.

In deze studie is globaal nagegaan welke mogelijkheden er voor opwerking voorafgaand aan injectie bestaan. Om een indicatie van de milieubelasting te krijgen is één combinatie mogelijkheden verder uitgewerkt en is voor het resulterende concept een schatting gemaakt van de aan het concept gerelateerde milieubelasting.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is kort weergegeven welke methodiek is gebruikt bij het schatten van de aan de verschillende verwijderingsopties gerelateerde milieubelasting en bij het onderling vergelijken van de verwijderingsroutes.

De beide gangbare routes worden beschreven in hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4. In deze hoofdstukken wordt ook weergegeven hoe de aan beide routes gerelateerde milieubelasting is geschat.

In hoofdstuk 5 wordt nagegaan hoe vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof zouden kunnen worden voorbereid voorafgaand aan injectie en wordt een mogelijk concept daartoe verder uitgewerkt.

In hoofdstuk 6 worden de aan de verschillende routes gerelateerde milieubelasting onderling vergeleken. In hoofdstuk 7 worden de belangrijkste conclusies weergegeven.



2 Werkwijze en uitvoering

In de feitenanalyse is een LCA uitgevoerd van een aantal mogelijke of gangbare verwerkingsroutes voor vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof. In onderstaande paragrafen wordt eerst ingegaan op de gehanteerde methodiek en vervolgens op de vergeleken verwerkingsroutes en de diepgang van de (kwantitatieve en kwalitatieve) vergelijking van de verschillende routes.

2.1 Gehanteerde methodiek

Het feitenonderzoek is uitgevoerd als een LCA om alle aan verwijdering van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimuleringsvloeistof gerelateerde milieubelasting te verdisconteren en op die manier een compleet en gewogen beeld te kunnen schetsen.

In de LCA-methodiek wordt ten aanzien van afvalverwerking gedacht in zogenaamde systemen, combinaties van processen waarmee afval wordt verwerkt tot:

- naar de lucht geëmitteerde afgassen;
- op oppervlaktewater gespuide of - in dit specifieke geval - in de ondergrond geïnjecteerde waterstromen;
- te storten vaste reststoffen.

Er wordt een compleet en gewogen beeld geschetst doordat de systemen ook de milieubelasting omvatten gerelateerd aan:

- de productie van chemicaliën (bijvoorbeeld NaOH) of energiedragers (bijvoorbeeld elektriciteit), die in de processen worden geconsumeerd;
- de toepassing van nuttig toepasbare producten, bijvoorbeeld de verbranding van zuiveringsslib in een cementoven.

Voor meer informatie over de LCA-methodiek wordt verwezen naar vakliteratuur op dit gebied, zoals [3].

2.2 Functionele eenheid

Zoals al eerder aangegeven is op verzoek van de NAM verwerking beschouwd van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof, die tot voor kort bij Borgsweer in de diepe ondergrond werd geïnjecteerd. Het gaat daarbij gemiddeld om 390 m³/jaar aan vervuilde doodpompvloeistof en 400 m³/jaar aan uitgewerkte stimuleringsvloeistof van de putten van het Groninger gasveld en daar in de buurt gelegen gasvelden. De reststromen werden tot voor kort op de locatie Borgsweer (vlakbij Delfzijl) in de diepe ondergrond geïnjecteerd en worden tegenwoordig voor verwijdering afgevoerd naar CFS te Weert.

De samenstelling van deze stromen is gegeven in Bijlage A. De samenstelling is door CE geschat op basis van informatie van NAM (zie Bijlage A). Daarin is ter vergelijking ook de samenstelling gegeven van het van nature in de ondergrond aanwezige formatiewater en condensaat.

2.3 **Vergelijking van opties**

Conform de gehanteerde LCA-methodiek is een kwantitatieve inschatting gemaakt van de aan de drie beschouwde verwijderingssystemen gerelateerde milieubelasting. Die is vervolgens vertaald in de totale bijdrage per systeem aan een aantal zogenaamde milieuthema's. Een milieuthema is een bepaald milieuprobleem - bijvoorbeeld verzuring - dat kan worden toegeschreven aan een bepaald mechanisme.

In deze studie zijn dezelfde milieuthema's beschouwd als in het MER-LAP |4|om aan te sluiten bij het beleid op het gebied van afvalverwijdering.

Meestal scoort een bepaald verwijderingssysteem niet unaniem beter dan de andere systemen op alle beschouwde milieuthema's. Om in dat geval toch een voorkeur te kunnen uitspreken kunnen de bijdragen aan de verschillende milieuthema's onderling worden gewogen. In deze studie is dit eveneens gedaan. Daarbij is gebruik gemaakt van de in het MER-LAP gehanteerde weegmethodiek. Ter vergelijking is daarnaast ook de in het nationale emissiebeleid gehanteerde 'schaduw prijzen' methodiek toegepast.

2.4 **Diepgang van de studie**

De studie is uitgevoerd als een scan. Aan de ene kant was dat ook het doel van de studie. Aan de andere kant is op dit moment de informatie slechts beperkt beschikbaar, omdat verwerking van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof pas sinds kort een issue is. Hierdoor is kwantificeren moeilijk.

Dit blijkt onder andere al uit het gegeven dat Van Gansewinkel, de huidige afnemer van de betreffende afvalstromen, enkel een indicatie kon geven van de aan verwerking van deze stromen gerelateerde verbruiken van hulpstoffen en energiedragers.

Bovendien wisselen de samenstelling van uitgewerkte stimulatievloeistof en doodpompvloeistof als gezegd sterk per batch c.q. job. Daardoor zullen ook de milieubelastingen per verwerkte batch sterk verschillen. De in deze studie gepresenteerde LCA-resultaten moeten dan ook worden gezien als een indicatie, een schatting van de gemiddelde milieubelasting bij de verwerking en niet als een wetenschappelijk gedegen onderbouwd resultaat.

Conform de opdrachtverlening zijn gegevens die kwantitatief voorhanden zijn gekwantificeerd. Van de gegevens die niet kwantitatief voorhanden waren, is waar mogelijk een kwalitatieve indeling van verwerkingsopties gemaakt op basis van expert opinion (plussen en minnen).



3 Injectie in de diepe ondergrond

3.1 Beschrijving

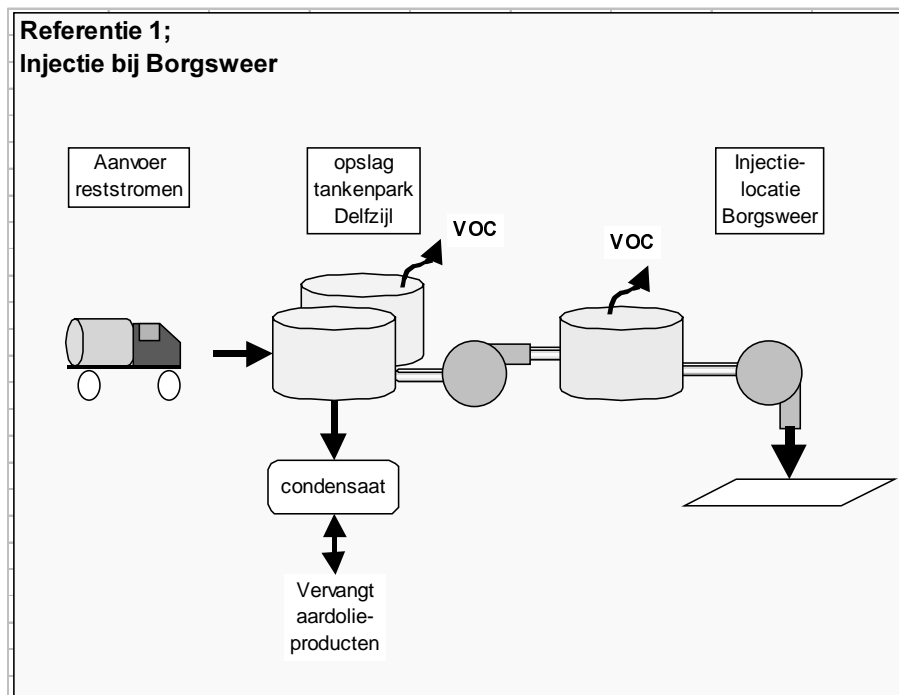
Vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte geneutraliseerde stimulatievloeistof werden tot voorkort per tankwagen afgevoerd naar het zogenaamde Delfzijl Tankenpark. Het Tankenpark fungeert voor de gasproductie op het Groninger veld en omliggende winningslocaties als verzamelpunt van de met het gas mee omhoog geproduceerde water, uit het gas door condenseerde afgescheiden water, spoelwater en vervuild regenwater.

Aangevoerde vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof werden samen met de overige waterstromen in een tank opgeslagen, waarin door gravitatie scheiding plaatsvindt van condensaat en water. Het condensaat wordt verscheept naar raffinaderijen. De waterfase wordt naar Borgsweer verpompt en na tussenopslag in een buffertank in de diepe ondergrond gebracht.

Uit de tanks ontsnapt condensaatdamp. Door de pompen wordt elektriciteit verbruikt. Ook is er transport van de te injecteren vloeistoffen naar Delfzijl. Verder vindt geen directe en indirecte milieubelasting plaats.

Het beschreven verwijderingssysteem is weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1 Verwijderingssysteem 'injectie'



3.2 Milieubelasting

De opbouw van de aan injectie gerelateerde milieubelasting is gegeven in Tabel 1.

Voor het schatten van de aan transport gerelateerde milieubelasting is conform [6] uitgegaan van een gemiddeld volume van 30 m³ vloeistof.

Tabel 1 Opbouw milieubelasting bij injectie in de diepe ondergrond (alle bijdragen uitgedrukt per jaar)

	Eenheid	Directe bijdragen	Transport	Elektriciteit	Totaal
LCA-thema					
(Effectgericht)					
Abiotische uitputting	kg Sb		16	29	46
Versterking broeikaseffect (500)	kg CO ₂		2.523	3.488	6.011
Aantasting ozonlaag	kg CFK11			9,86E-05	9,86E-05
Fotochemische oxidantvorming	kg ethyl	0,99	0,77	0,29	2,05
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kg 1,4DB	3,0E-04	6	13	19
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kg 1,4DB	0,00	0,18	5,59	5,77
Humane toxiciteit	kg 1,4DB	5,423	14,620	237	20,280
Verzuring (A&B)	kg SO ₂		19,52	7,99	27,51
Vermesting (aquatisch)	kg PO ₄		3,95	0,76	4,71
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kg NOx			5,23	5,23
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-				
Fysieke aantasting - life support	Mg/ha.y				
(Ingreepgericht)					
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	m ² y				
Finaal afval (totaal)	kg		4	284	287
Energieverbruik (totaal)	MJ		32.472	47.129	79.601
Waterverbruik (totaal)	liter		158	78.885	79.043

De transportafstand is geschat op 50 kilometer, gezien de aanvoer uit heel Groningen en Friesland en deel ook uit Drenthe en Noord-Holland. Bij het schatten van de aan transport gerelateerde milieubelasting is ook de terugreis verdisconteerd.

De hierbij gehanteerde emissiecijfers voor wegvervoer zijn overgenomen uit [5] en [7]. Dit betreffen cijfers conform de laatste inzichten in emissies door wegverkeer. Er is uitgegaan van cijfers voor diesel voertuigen, waarbij emissies gerelateerd aan de productie van diesel zijn verdisconteerd.

Voor schatting van de aan elektriciteitsverbruik gerelateerde milieubelasting is op basis van [MER Borgsweer] uitgegaan van een verbruik van 0,02 kWh_e/m³ vloeistof voor het transport tussen Delfzijl en Borgsweer en van 5 kWh_e/m³ voor injectie.

De emissies van koolwaterstoffen is geschat op basis van de in [MER Borgsweer] gegeven informatie over de samenstelling van het te injecteren proceswater, de jaarlijkse emissievrachten naar lucht en de in het Tankenpark en in Borgsweer afgescheiden volume aan condensaat. Op basis van deze gegevens kon een massabalans voor condensaat over Tankenpark en



injectielocatie worden opgesteld. Daaruit blijkt dat bijna 99,95% van het aangevoerde condensaat wordt afgescheiden.

Het in vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof aanwezige condensaat zal eveneens voor 99,95% worden afgescheiden in Delfzijl en Borgsweer en als grondstof aan de raffinage sector worden geleverd. De verdere bewerking en toepassing van deze stroom is echter in deze studie buiten beschouwing gelaten, omdat de condensaat fractie in alle beschouwde verwijderingssystemen wordt geïsoleerd en als olie vervangende brandstof of grondstof wordt toegepast. Op dit punt bestaat daarom tussen de verschillende verwijderingssystemen geen groot verschil.



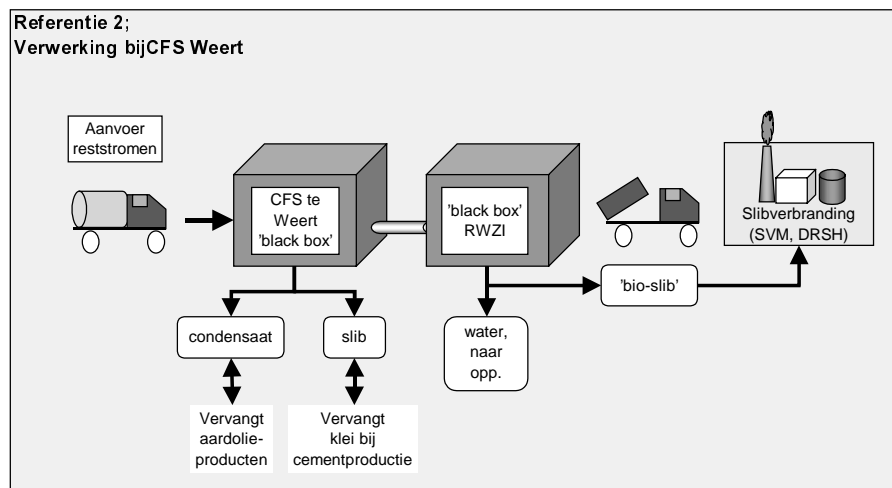
4 Verwerking bij CFS te Weert

4.1 Beschrijving

Voor de verwerking van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof bij CFS te Weert is weinig informatie beschikbaar gekomen gezien de korte ervaring met deze verwijderingsroute [8]. Bovendien worden beide stromen niet separaat behandeld, maar opgemengd met veel grotere volumes aan andere afvalwaterstromen.

Uit wat er beschikbaar is blijkt dat inkomend afvalwater, dat qua aard van de vervuiling vergelijkbaar is met vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof bij CFS te Weert fysisch-chemisch wordt gescheiden in slib, olie en afvalwater. De oliefractie wordt als brandstof afgezet en vervangt primaire aardolie producten. Afvalwater wordt in een nitrificerend/denitrificerend biologisch proces nagereinigd en vervolgens op het riool geloosd. Bij de lokale RWZI wordt het water verder gereinigd alvorens het op het oppervlaktewater wordt geloosd.

Figuur 2 Verwijdering via CFS te Weert



Het bij CFS vrijkomende slib bestaat volgens opgave voornamelijk uit organisch materiaal en bevat weinig zware metalen. Bij een te hoge zware metalen belasting moet het slib bij een verbrandingsinstallatie voor gevaarlijk afval worden afgezet. In deze studie is - vanwege de lage belasting met zware metalen - verondersteld dat bij de scheiding geen precipitatie van zware metalen plaatsvindt na toevoeging van NaOH. Het slib wordt afgezet bij cementovens in België, mits de stookwaarde minimaal 6,5 GJ/ton d.s. bedraagt.

Bij de biologische nazuivering bij de lokale RWZI geproduceerd slib wordt bij een slibverbrandingsinstallatie - zoals SVM en DRSH - verwerkt. Aangenomen is dat transport van slib over de weg plaatsvindt.

4.2 Milieubelasting

De opbouw van de aan verwijdering middels het via CFS lopende systeem gerelateerde milieubelasting is gegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Opbouw milieubelasting bij verwerking via het CFS systeem (alle bijdragen uitgedrukt per jaar)

	Eenheid	Directe bijdragen	Transport	Elektriciteit	Aardgas	Uitgespaard: kleiwinning	Totaal
LCA-thema							
(Effectgericht)							
Abiotische uitputting	kg Sb		109	0	0	-4	105
Versterking broeikas effect (500)	kg CO ₂		16.625	9	4	-277	16.362
Aantasting ozonlaag	kg CFK11			2,65E-07		0	0
Fotochemische oxidantvorming	kg ethyl		5,07	0,00		0	5
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kg 1,4DB	8.691	38	0		-8	8.720
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kg 1,4DB	1.884,04	1,21	0,02		-1	1.885
Humane toxiciteit	kg 1,4DB	13.206	96.331	1	0	-49	109.488
Verzuring (A&B)	kg SO ₂		128,59	0,02	0,00	-2	127
Vermesting (aquatisch)	kg PO ₄	74,12	26,05	0,00	0,00	0	100
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kg NO _x			1,40E-02	8,58E-04	-2	-1,84
Fysieke aantasting – biodiversiteit	-						
Fysieke aantasting - life support	Mg/ha.y						
(Ingreepgericht)							
Fysiek ruimtebeslag – landgebruik	m ² y						
Finaal afval (totaal)	kg	7.823	23	1		-1.141	6.706
Energieverbruik (totaal)	MJ		213.951	127	0	-4.071	210.007
Waterverbruik (totaal)	liter		1.041	212		-37.155	-35.902

Bij het schatten van de aan deze verwijderingsroute gerelateerde milieubelasting is uitgegaan van algemene gegevens en bij CE beschikbare gegevens, zoals bijvoorbeeld de verwijderingsrendementen van RWZI's zoals gehanteerd in [4]. Voor CFS te Weert is uitgegaan van bij CE beschikbare gegevens voor de AWZI van Delta, een nitrificerende/de-nitrificerende aerobe actief slib installatie [9].

Tabel 3 geeft de voor beide installaties gehanteerde verwijderingsrendementen. Aangenomen is dat de verwijderde zware metalen in het biologische slib terecht komen. De geproduceerde hoeveelheid slib is geschat uitgaande van een specifieke productie van 0,3 kg/kg CZV. De CZV belasting is gerelateerd aan de hoeveelheid ontvettingsmiddel in de vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof, waarvan is aangenomen dat het ethanol betreft. Aangenomen is dat het slib een d.s. gehalte van 25% heeft.

Voor slibverbranding zijn emissies naar water en lucht in rekening gebracht. De omvang daarvan is geschat op basis van de - naar is aangenomen - in het slib afgescheiden zware metalen (zie hierboven) en bij CE bekende informatie over DRSH (zie [9]). De geschatte resulterende emissies naar lucht en water zijn gegeven in Tabel 4.



Tabel 3 Aangehouden verwijderingsrendementen voor CFS en de lokale RWZI

	in reststromen (ton/jaar)	reinigingsrendement		restemissie	naar slib (ton/jaar)	emissie naar water (ton/jaar)
		bioloog Delta	RWZI volgens AOO			
CZV	54,3	90%	80%	2%		1,1
BZV		97%	80%	1%		
ammonia (N-Kj)	4,5	84%	80%	3%		0,1
N-totaal		66%	80%	7%		
P		77%		23%		
Fe	8,7	75%	50%	13%	7,6	1,1
As	1,7E-03	80%	15%	17%	1,4E-03	3,0E-04
Ba	2,0E-03	75%	30%	18%	1,7E-03	3,6E-04
Cd	6,4E-05	72%	30%	20%	5,1E-05	1,3E-05
Cr	2,3E-02	89%	50%	6%	2,1E-02	1,3E-03
Cu	4,2E-03	92%	50%	4%	4,1E-03	1,7E-04
Hg	7,6E-04	91%	50%	5%	6,7E-04	3,4E-05
Mn	6,4E-02	75%	30%	18%	5,3E-02	1,1E-02
Ni	6,2E-03	46%	30%	38%	3,8E-03	2,3E-03
Pb	5,3E-02	91%	35%	6%	5,0E-02	3,1E-03
Sb	4,1E-02	75%	15%	21%	2,7E-02	8,7E-03
Zn	3,3E-02	75%	30%	18%	2,7E-02	5,8E-03

Tabel 4 Balans over slibverbranding

	in slib (ton/jaar)	naar assen / reststoffen	naar water	naar lucht
Fe	7,6	7,6		
As	0,0	1,40E-03	1,02E-05	3,05E-05
Ba	0,0	1,68E-03		
Cd	0,0	5,10E-05	2,72E-07	7,75E-07
Cr	0,0	2,15E-02	2,24E-05	3,24E-04
Cu	0,0	4,07E-03	1,26E-06	1,26E-06
Hg	0,0	6,72E-04	3,90E-05	2,76E-05
Mn	0,1	5,28E-02		
Ni	0,0	3,83E-03	1,97E-06	1,81E-05
Pb	0,1	5,02E-02	1,91E-05	5,09E-05
Sb	0,0	2,72E-02		4,95E-03
Zn	0,0	2,73E-02	7,79E-06	

Voor schatten van de aan transport van vervuilde doodpompvloei stof en uitgewerkte stimulatievloei stof gerelateerde milieubelasting is conform [MER Borgsweer] uitgegaan van een gemiddeld volume van 30 m³ vloei stof. De transportafstand is geschat op 250 kilometer. Voor transport van slib is uitgegaan van een transportafstand van 125 kilometer en een vrachtgewicht van 25 ton per transport. In de bijdragen is de terugrit verdisconteerd.

Voor wat betreft het bij cementovens afgezette slib is aangenomen dat alleen het inerte materiaal in vervuilde doodpompvloei stof en uitgewerkte stimuleringsvloei stof relevant is. Als geen precipitatie van zware metalen na toevoeging van natronloog plaatsvindt zal dit de enige component uit beide reststromen zijn, die in de fysisch chemische scheidingsinstallatie wordt af-

gescheiden. Gezien de aard van deze fractie is aangenomen dat hiermee klei wordt vervangen. Klei is voor cementproductie een gangbare bron van aluminium en silicium (zie [10]). Aangenomen is dat vervanging van klei door slib geen invloed heeft op het brandstofverbruik van de cementoven en dat de transportafstanden van waterzuivering naar cementoven en van CFS te Weert naar cementoven vergelijkbaar zijn.

De aan elektriciteitsconsumptie en aardgasconsumptie gerelateerde milieubelasting is gebaseerd op de door FCS en in [4] opgegeven verbruiken voor CFS en een gemiddelde RWZI. Het elektriciteitsverbruik bedraagt respectievelijk 12 en 1,1 kWh/m³. Het aardgasverbruik bedraagt respectievelijk 2 en 0,05 m³ aardgas/m³ afvalwater. De verbruiken zijn door CFS niet verder gespecificeerd en afgestemd op de ter beschikking gestelde samenstelling van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof.



5 Mogelijkheden voor opwerking voorafgaand aan injectie?

5.1 Probleemstoffen

De discussie rond de doelmatigheid en wenselijkheid van de injectie van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof hangt samen met het gegeven dat de concentraties van sommige verontreinigingen soms zo hoog waren dat de reststromen als gevaarlijk afval onder de BAGA regelgeving als gevaarlijk afval moesten worden beschouwd. Verwijdering van die verontreinigingen voorafgaand aan injectie is misschien een manier om de bezwaren van partijen als het Ministerie van VROM of de Provincie Drenthe tegen injectie weg te nemen.

De relevante verontreinigingen lijken met name de zware metalen – en in het bijzonder kwik – te zijn. Verder is NAM in het kader van de huidige regelgeving verplicht om toegevoegde hulpstoffen zoveel mogelijk te verwijderen. Wat aan hulpstoffen wel en niet verwijderd moet worden is echter niet geheel helder. Ook niet omdat het gebruikelijk is om juist bij injectie hulpstoffen als corrosieremmers en schuimremmers toegevoegd om proceswater op 'injectiekwaliteit' te krijgen. Wel is duidelijk dat procesadditieven als methanol en glycol in het kader van BAGA belangrijk waren.

Aangenomen is dat met name de zware metalen en andere additieven dan corrosieremmers en schuimremmers stoffen zijn waarvan de aanwezigheid in vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof kan leiden tot discussie over de wenselijkheid van directe injectie in de diepe ondergrond. Die andere additieven betreffen in het geval van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof waarschijnlijk vooral de ontvettingsmiddelen. De polymeren zijn 'onschuldige' verbindingen, die bijvoorbeeld ook in levensmiddelen worden toegepast.

De productstroom die na verwijdering van de waarschijnlijke probleemstoffen overblijft is in feite een zoutoplossing waarin nog enkele bij gaswinning gangbare chemicaliën in aanwezig zijn.

5.2 Uitgangspunten voor uitwerking

Het voorbeeld van verwerking via CFS laat zien dat bovengrondse (voor)bewerking kan leiden tot een hogere milieubelasting dan directe injectie in de diepe ondergrond en gepaard kan gaan met hoge kosten. Beide aspecten zouden (voor)bewerking per definitie oninteressant maken in vergelijking met directe injectie. Voor het zelf definiëren van een opwerkingsproces van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof zijn daarom een tweetal uitgangspunten of randvoorwaarden gehanteerd.

Als eerste uitgangspunt is gehanteerd dat de installatie qua milieubelasting ongeveer gelijk moet scoren aan directe injectie. Dat wil zeggen dat bijvoorbeeld meer nuttig toepasbare producten uit beide reststromen moeten worden geproduceerd dan bij verwijdering via CFS en/of minder chemicaliën en energiedragers worden geconsumeerd. De productie van nuttig toepasbare producten hoeft niet persé te slaan op de nuttige toepassing van de waarschijnlijke probleemstoffen (zware metalen en ontvettingsmiddel). Het kan

bijvoorbeeld ook zo zijn dat andere deelstromen worden afgescheiden met het oog op hergebruik c.q. nuttige toepassing en dat daarmee milieubelasting door bijvoorbeeld gebruik van energie en chemicaliën en/of het ontstaan van afval wordt gecompenseerd.

Een tweede uitgangspunt heeft betrekking op de verwerkingskosten. Geprobeerd is een systeem te definiëren dat economisch in ieder geval niet duurder is dan de huidige afvoer naar CFS. Hierbij wordt een tarief van € 350,-/m³ betaald plus € 1.000,- per transport van 30 m³. Uit [2] blijkt dat dit in principe mogelijk is, mits de installatie kostentechnisch verstandig wordt ontworpen. Door vergaande automatisering en door het afscheiden van inert is het mogelijk vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof op locatie te verwerken voor circa € 80,- /m³.

Het rentabiliteitsprincipe betekent wel dat qua milieurendement niet geprobeerd wordt het onderste uit de kan te halen.

5.3 Oplossingsrichtingen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van mogelijke oplossingsrichtingen voor de verwijdering van de waarschijnlijke probleemstoffen. Met het oog op hergebruik van andere deelstromen - ter compensatie of ter voorkoming van milieubelasting - zijn ook opties voor de afscheiding van andere deelstromen gegeven.

Tabel 5 Aantal technieken voor afscheiding van vervuilende en/of herbruikbare fracties

	Techniek	Toegepast bij	Opwerking
condensaat	scheiding via verschil in soortelijke dichtheid	bij Tankenpark Delfzijl	
	olie-afscheider	AWZI's	
inert materiaal	filter (diverse typen)	gangbaar bij RWZI ² 's/AWZI ³ 's	
zware metalen	precipitatie met loog en sulfides	AWZI's, ABI ⁴ 's van bijvoorbeeld kolencentrales en AVI's	opwerking Fe(OH) ₂ tot pigmentstof?
	omgekeerde osmose + indampen	zuivering van stortplaats percolaat	
ammoniak	stoomstrippen	gangbaar bij zuivering stortplaats percolaat, ABI van AVI's	hergebruik NH ₃ mogelijk
	luchtstrippen	gangbaar bij zuivering stortplaats percolaat	
ontvettingsmiddel (vluchtige koolwaterstoffen)	stoomstrippen	gangbaar bij zuivering stortplaats percolaat	hergebruik mogelijk?
	luchtstrippen	gangbaar bij zuivering stortplaats percolaat	

Afscheiding van condensaat en inert heeft meer te maken met voorkomen van milieuvervuiling dan met afscheiding van vervuilende stoffen. Vooraf

² Riool Water Zuiverings Installatie.

³ Afval Water Zuiverings Installatie.

⁴ Afvalwater Behandelings Installatie.



afschieden van inert voorkomt bijvoorbeeld de productie van een grote hoeveelheid vervuild slib wanneer bijvoorbeeld precipitatie van zware metalen.

Afscheiding van zware metalen middels loogtoevoeging en toevoeging van sulfiden is een standaard proces bij waterzuivering en kan feitelijk op elke schaal plaatsvinden.

Strippen met stoom is eveneens een standaard proces, dat onder andere wordt toegepast bij:

- het strippen van ammoniak uit de spui van rookgas wassers bij AVI's;
- verwijdering van vluchtige stoffen uit percolaat van stortplaatsen;
- het regenereren van glycol bij de behandeling van aardgas door NAM.

Strippen gebeurt bij stortplaatsen op de voor het beschouwde volume aan vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof relevante verwerkingscapaciteit.

Afscheiding van ammoniak is goed mogelijk gezien verschillen in kookpunt en oplosbaarheid in water. In die zin is het proces vergelijkbaar met aardolie destillatie. Afscheiding van ammoniak door wassen van afgassen met zwavelzuur is een gangbaar proces.

Aangezien vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof relatief veel ijzer bevat in verhouding tot andere metalen zal bij precipitatie van de zware metalen een neerslag ontstaan, die voornamelijk uit ijzerhydroxiden bestaat. Waarschijnlijk kan dergelijk slib nuttig worden toegepast. Productie van ijzer oxiden uit mijnwater is recentelijk gedemonstreerd in de V.S. [11]. Daarbij is ijzerhoudend slib verwerkt dat qua samenstelling lijkt op het slib dat geproduceerd zou worden uit een mengsel van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof.

5.4 Uitwerking voor één mogelijke opzet

Bij wijze van experiment is één mogelijke opzet van een voorbereiding voorafgaand aan injectie verder uitgewerkt en doorgerekend voor wat betreft de resulterende milieubelasting. Er is gekozen voor een combinatie van gangbare en bedrijfszekere technieken met gegarandeerde kwaliteit producten.

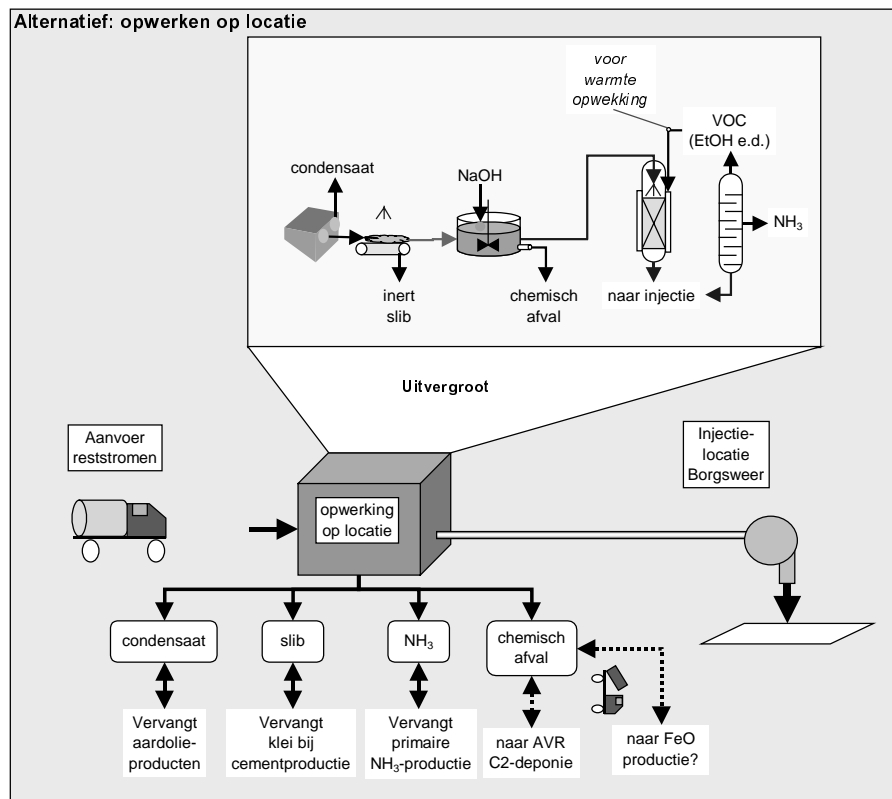
5.4.1 Beschrijving

Met de in de vorige drie paragrafen genoemde uitgangspunten in het achterhoofd is het in Figuur 3 weergegeven systeem gedefinieerd.

Aangenomen is dat de opwerking plaatsvindt bij het injectiepunt in Borgsweer omdat per locatie of mobiel economisch niet haalbaar / realistisch is (zie paragraaf 3.1) in een continu werkende volautomatische installatie, die van afstand wordt gemonitord en eventueel ook van afstand (locatie Tankenpark Delfzijl) kan worden bijgestuurd. Een dergelijke installatie is vergelijkbaar met waterzuivering op stortplaatsen of bij AVI's.

Te verwijderen vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte en geneutraliseerde stimuleringsvloeistof worden per tankwagen aangevoerd en overgeslagen in een op de locatie aanwezige opslag. Net als bij het Tankenpark Delfzijl wordt door zwaartekrachtwerking afgescheiden condensaat.

Figuur 3 Opwerking op locatie



Nog aanwezig condensaat wordt afgescheiden en apart afgevoerd. Inert slib wordt afgefilterd en op een bandfilter gewassen met schoon water om achtergebleven doodpompvloeistof en uitgewerkte stimuleringsvloeistof uit te wassen. Het slib - waarvan in [2] is aangegeven dat het inert is - kan als zand of grondvervanger worden ingezet in bijvoorbeeld civieltechnische werken. Inzet van schoon en licht vervuild slib voor dit soort toepassingen is gangbaar.

De vrijwel vaste stof en olievrije oplossing wordt door toevoeging van natronloog (NaOH) op een pH = 10 gebracht. Er ontstaat een neerslag van zware metalen en ijzer, die wordt afgescheiden. In deze studie is aangenomen dat het afgescheiden slib naar de C₂-deponie van AVR op de Maasvlakte wordt getransporteerd. Vanwege het hoge gehalte aan ijzer van 60% is productie van ijzeroxide pigmenten - zoals momenteel in de V.S. gedemonstreerd voor ijzerslib uit mijnwater⁵ - ook een reële optie.

Vervolgens worden ammoniak en ethanol en andere vluchtige organische verbindingen gestript met stoom. De afdampen worden nabehandeld, waarbij ammoniak apart worden afgescheiden ten behoeve van hergebruik. Ammoniak wordt bijvoorbeeld hergebruikt als technische ammoniakoplossing (25% sterk) in SCR's. Ethanol en andere vluchtige organische verbindingen worden katalytisch verbrand. De daarbij vrijkomende warmte wordt benut voor de productie van de bij strippen geconsumeerde stoom. Er is meer dan genoeg ethanol aanwezig om de benodigde stoom te kunnen produceren.

⁵ Zuur afvalwater verontreinigd met opgelost ijzer en zware metalen dat ontstaat door uitloging van gesteente bij mijnbouw van bijvoorbeeld steenkool.



Wat overblijft is een reststroom waarin nog een beperkt aantal (gangbare) hulpstoffen aanwezig zijn (corrosieremmers en schuimremmers) en waarin nog chloorzouten en fluorzouten van natrium, kalium en magnesium aanwezig zijn. Verder zullen er nog sporen aanwezig zijn van de in voorgaande processtappen verwijderde stoffen.

Deze reststroom kan vervolgens worden geïnjecteerd of middels verdere behandeling worden opgewerkt tot op oppervlaktewater losbare reststroom.

5.4.2 Milieubelasting

De opbouw van de aan reiniging ten behoeve van injectie gerelateerde milieubelasting is gegeven in Tabel 6.

Tabel 6 Opbouw milieubelasting bij opwerking ten behoeve van injectie

LCA-thema (Effectgericht)	Eenheid	Directe ingrepen	Transporten	Elektriciteit	NaOH	Uitgespaard		Totaal inzet NaOH
						NH ₃ -productie	Kleiwinning	
Abiotische uitputting	kg Sb		16	80	291	-163	-4	220
Versterking broeikaseneffect (500)	kg CO ₂		2.523	9.590	32.474	-19.177	-277	25.134
Aantasting ozonlaag	kg CFK11			0	0		0	0
Fotochemische oxidantvorming	kg ethyl		0,77	1	4	-2	0	3
Eco-toxiciteit (aquatisch - zoet)	kg 1,4DB		6	37	118	-27	-8	125
Eco-toxiciteit (terrestrisch)	kg 1,4DB		0,18	15	76		-1	91
Humane toxiciteit	kg 1,4DB	13,4	14.620	651	1.936	-102	-49	17.056
Verzuring (A&B)	kg SO ₂	5,59	19,52	22	78	-211	-2	-93
Vermesting (aquatisch)	kg PO ₄	1,45	3,95	2	7	-8	0	6
Vermesting (terrestrisch) (A&B)	kg NOx			14	49	-58	-2	3
Fysieke aantasting - biodiversiteit	-				54			54
Fysieke aantasting - life support	Mg/ha.y				864			864
(Ingreepgericht)								
Fysiek ruimtebeslag - landgebruik	m ² y				96			96
Finaal afval (totaal)	kg	42.181	4	550	2.828	-34	-1.141	30.838
Energieverbruik (totaal)	MJ		32.472	91.446	471.152	-320.471	-4.071	270.528
Waterverbruik (totaal)	l	52.586	158	153.063	576.463	-55.083	-37.155	690.032

De directe bijdragen aan humane toxiciteit, verzuring en vermisting hebben betrekking op de inzet van de gestripte vluchtige koolwaterstoffen als brandstof voor de productie van stoom. Het geproduceerde fibale afval heeft betrekking op het geproduceerde ijzerhoudende slib.

De aan transporten gerelateerde milieubelasting omvat het transport transportafstand van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof naar Borgsweer en de afvoer van het ijzerhoudende slib naar bijvoorbeeld de C2-deponie van AVR. Aangenomen is dat transport van vervuilde doodpompvloeistof en uitgewerkte stimulatievloeistof naar Borgsweer hetzelfde aantal kilometers per jaar vergt als transport naar Delfzijl. Voor slibtransport is uitgegaan van een afstand van 200 kilometer. Geschat wordt dat er twee transporten nodig zijn.

De aan elektriciteitsverbruik gerelateerde milieubelasting heeft betrekking op elektriciteitsverbruik voor injectie (zie hoofdstuk 2) en op elektriciteitsverbruik voor de opwerkingsinstallatie. Voor opwerking is conform [2] uitgegaan van een specifiek verbruik van $10 \text{ kWh}_e/\text{m}^3$.

Voor het schatten van de uitgespaarde milieubelasting door nuttige toepassing van ammoniak en slib is uitgegaan van de milieuprofielen, zoals gebruikt in het MER-LAP. Aangenomen is dat ammoniak volledig kan worden afgescheiden. De aanname is gebaseerd op praktijkervaring bij stortplaatsen.



6 Vergelijking resultaten

6.1 Weging

In Tabel 7 zijn de scores van de verschillende verwijderingsroutes op de verschillende milieuthema's naast elkaar gezet.

Tabel 7 Aangehouden verwijderingsrendementen voor FCS en de lokale RWZI

Milieuthema	Eenheid	Injectie <i>Route 1</i>	CFS <i>Route 2</i>	Opwerking, injectie <i>Route 3</i>
Abiotische uitp	kg Sb	40	105	220
Broeikaseffect	kg CO ₂	5.360	16.362	25.134
Ozonlaag aant.	kg CFK11	8,02E-05	-3,85E-05	1,28E-03
Smogvorming	kg ethyl	2,00	4,95	2,87
Ecotox. water	kg 1,4DB	17	8.720	125
Ecotox.terr.	kg 1,4DB	4,73	1.884,59	90,78
Humane tox.	kg 1,4DB	20.236	109.488	17.069
Verzuring	kg SO ₂	26,02	126,63	-87,47
Aq. Vermesting	kg PO ₄	4,57	99,92	7,06
Ter. Vermesting	kg NOx	4,25	-1,84	3,03
Biodiv.	-			
Lifesupp	Mg/ha.y			
Landgebruik	m ² y			
Afval	kg	234	6.706	30.838
Energie	MJ	70.800	210.007	270.528
Waterverbruik	l	64.312	-35.902	690.032

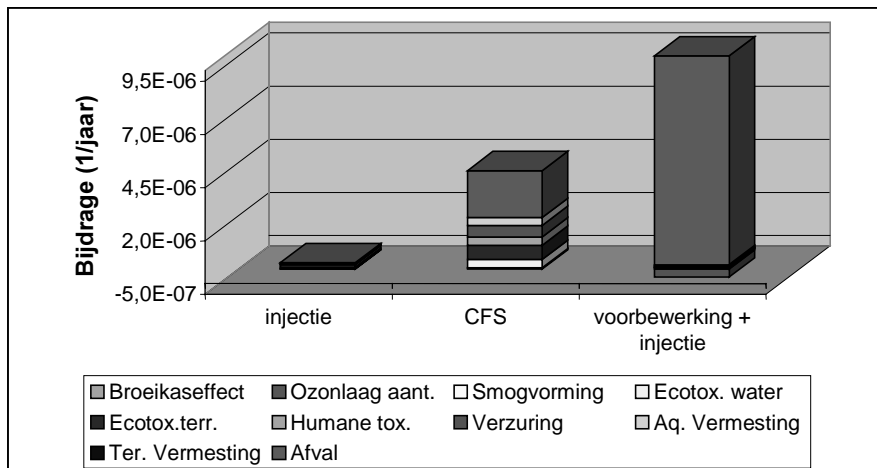
Uit de tabel kan worden geconcludeerd dat geen enkel systeem unaniem beter scoort op alle milieuthema's.

Om de verschillende routes te kunnen vergelijken en een uitspraak te kunnen doen over de totale milieubelasting per route worden de scores gewogen. We hanteren hiervoor de in het MER-LAP gehanteerde weegmethodiek: distance-to-target. Ter vergelijking is daarnaast ook de in het nationale emissiebeleid gehanteerde 'schaduw prijzen' methodiek toegepast.

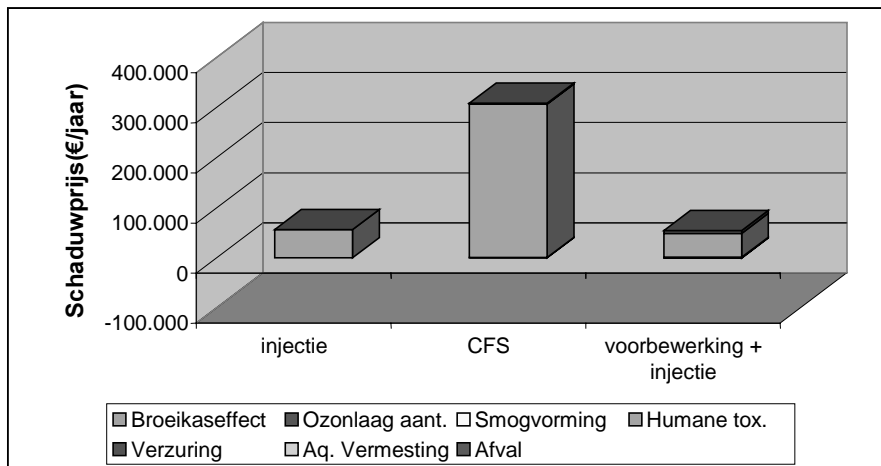
De resultaten van de distance-to-target methodiek zijn grafisch weergegeven in. Vervolgens zijn in Figuur 5 de resultaten weergegeven die met de schaduw prijzenmethodiek zijn bepaald.

De totale scores zijn tot stand gekomen door de bijdragen aan de milieuthema's met een weegfactor te vermenigvuldigen en vervolgens alle gewogen bijdragen per systeem bij elkaar op te tellen.

Figuur 4 Gewogen bijdragen, weging middels 'distance-to-target' methodiek



Figuur 5 Gewogen bijdrage, weging middels schaduwrijzenmethodiek



6.2 Opmerkelijke verschillen tussen methodieken

Afval

Bij de distance-to-target methodiek wordt afval zo zwaar gewogen dat verwijdering via het systeem 'opwerking ten behoeve van injectie' (route 3) sowieso slechter scoort dan directe injectie in de diepe ondergrond (route 1) wanneer het ijzerhoudende slib niet nuttig kan worden toegepast. Dit beeld zal echter volledig veranderen wanneer het ijzerhoudende slib wel nuttig kan worden toegepast als grondstof. In dat geval scoort dit systeem even goed als directe injectie.

Bij nuttige toepassing van het ijzerhoudende slib voor bijvoorbeeld de productie van ijzeroxide pigmenten zullen de verontreinigingen geconcentreerd worden in een restproduct. Dit restproduct zal alsnog gecontroleerd worden opgeslagen. Aangezien bij distance-to-target weging echter alleen de hoeveelheid te storten afval telt zal het totale gewicht van het storten van afval aan de totale milieubelasting van het verwijderingssysteem zeer sterk afnemen.



Verwijdering via CFS (route 2) scoort bij toepassing van de distance-to-target weegmethodiek slechter dan directe injectie in de diepe ondergrond (route 1) vanwege de bij waterzuivering en slibverbranding optredende emissies van zware metalen.

Humane toxiciteit

Bij de schaduwrijzenmethodiek weegt humane toxiciteit veel zwaarder door. Hoe beter in een verwijderingsysteem verontreinigingen uit het milieu worden gehouden, des te gunstiger wordt de totale score. Bij verwijdering via CFS (route 2) komen zware metalen in het milieu terecht door emissies naar water en lucht. Daardoor scoort dit systeem aanmerkelijk slechter dan beide andere systemen.



7 Conclusies

7.1 **Vergelijking Directe injectie (route 1) en Verwerking via CFS Weert (route 2)**

Uit de vergelijkingen van de verschillende routes kan worden geconcludeerd dat verwijdering via CFS (route 2) altijd slechter scoort dan injectie in de diepe ondergrond (route 1) vanwege de emissies van zware metalen.

7.2 **Het is in principe mogelijk een Vergelijking Directe injectie (route 1) en Voorbewerking voorafgaand aan injectie (route 3)**

verwijderingsstelsel te definiëren waarbij vervuilde doodpompvloeiwater en uitgewerkte stimulatievloeiwater kunnen worden opgewerkt tot een grotendeels verontreinigingvrije zoutoplossing zonder dat dit leidt tot meer milieubelasting. Dat is mogelijk door een aantal componenten uit beide reststromen nuttig toe te passen. Wel ontstaat er een hoeveelheid gevaarlijk afval, die gecontroleerd moet worden opgeslagen.

Het is waarschijnlijk zelfs mogelijk om een systeem te verzinnen dat qua milieubelasting een duidelijke meerwaarde biedt ten opzichte van directe injectie. Dit vergt echter aanvullend onderzoek. Voor verdere studie in die richting kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het isoleren van ethanol voor hergebruik.

De waardering die moet worden toegekend aan de in deze studie uitgewerkte mogelijkheid tot voorbewerking voorafgaand aan injectie (route 3) hangt van twee zaken af:

- de gehanteerde weegmethodiek;
- het wel of niet nuttig kunnen toepassen van het ijzerhoudende slib.

Er zijn verder een aantal aspecten die van belang kunnen zijn bij afweging tussen wel of niet voorbewerken voorafgaand aan injectie:

- omgang met zware metalen;
- nuttige toepassing van deelfracties uit de reststromen.

Bij injectie in de diepe ondergrond worden toxische stoffen volledig uit het milieu gehouden door ze ondergronds op te slaan. De gevaarlijke stoffen, zoals kwik, kwamen overigens oorspronkelijk ook uit de ondergrond. Bij voorbewerking worden de gevaarlijke stoffen uit de reststromen geïsoleerd en gecontroleerd opgeslagen. In deze studie is uitgegaan van bovengrondse opslag op een C2-deponie. Een andere mogelijkheid is opslag in een zoutkoepel. Bij opwerking en nuttige toepassing van het ijzerhoudende slib zullen de verontreinigingen als gezegd alsnog worden gestort, dit maal echter in een geconcentreerdere vorm.

Wat betreft het nuttig toepassen van componenten uit beide reststromen is er een duidelijk verschil tussen beide systemen. Bij directe injectie is er geen nuttige toepassing, behalve van condensaat. Bij opwerking ten behoeve van injectie worden slib, ammoniak en mogelijk ook het in vervuilde doodpompvloeiwater en uitgewerkte stimulatievloeiwater aanwezige opgeloste ijzer.



Literatuur

- [1] I. de Keizer, B. Kampman, H. Croezen
Percepties van injecties
CE, Delft, maart 2003
- [2] W.F. van den Broeke
Haalbaarheidsstudie reiniging spent acid
KEMA, Arnhem, 2 februari 2001
- [3] J.B. Guinnee et al
Milieugerichte levenscyclusanalyse van producten
NOH, Utrecht, oktober 1992
- [4] Anonymus
Milieu Effectrapportage Landelijk Afvalbeheerplan 2002-2012
Ministerie van VROM/AfvalOverlegOrgaan, Utrecht, 2003-05-22
- [5] P.F.L. Feimann et al
Verkeer en vervoer in de Nationale Milieuverkenning 5
RIVM, Bilthoven, december 2000.
- [6] Anonymus
Samenvatting van het rapport waterinjectie te Borgsweer
NAM, Hoogezand, februari 1992
- [7] J. Klein et al
Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland
Taakgroep Verkeer en Vervoer
- [8] Per Email door Van Gansewinkel verstrekte informatie
- [9] B. Potjer et al
Water naar de zee dragen?
CE, Delft, november 2001
- [10] B. Vanderborght, G.P.J. Dijkema
Perspectieven voor het gebruik van brandbare afvalstoffen in de Belgische en Franse cementindustrie
AOO, Utrecht, 1996
- [11] J.M. Dietz, B.A. Dempsey
Treatment of mine drainage using recirculated iron oxides in a complete mix reactor
Pennsylvania State University, 2001



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

Feiten en oplossingen

Vergelijking van injectie en andere
verwerkingsopties

Bijlagen

Eindrapport

Delft, mei 2003

Opgesteld door: H.J. Croezen
I. de Keizer





A Achtergrond gegevens

A.1 Functie en samenstelling van doodpompvloeistof en stimulatiewater

Doodpompvloeistof

Doodpompvloeistof is feitelijk een zoutoplossing met een bepaalde soortelijke massa, die wordt gebruikt om een winningsput druk vrij te maken ten behoeve van onderhoudswerkzaamheden. Dit wordt bereikt door in de put een kolom zoutoplossing te zetten. Onderstaande tabel geeft aan welke zouten worden gebruikt.

Tabel 8 Jaarlijks gebruikte zoutoplossingen

	gemid. verbruik/jaar		concentratie		
	m ³ /jaar	ton/jaar	min.	gemiddelde	max.
			kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
NaCl	3.650	689	76	189	280
KCl	3.861	402	50	104	245
CaCl ₂	886	1.113	163	1.256	1.360
CaCl ₂	28	46	400	609	800
CaBr ₂			700		1.700
NH ₄ Cl	116	7	39	60	157
Polymeer	594	5	5	9	38

Polymeer is HEC (Hydroxy Ethyl Cellulose), Zetmeel (Cellulose), Xanthan Gum (Biopolymeer) en is bedoeld om de instroom in de formatie te vertragen en/of het uitzakken van te verwijderen zanddeeltjes te voorkomen.

De kolom of batch aan doodpompvloeistof wordt na de werkzaamheden aan de put of bovengrondse installatie teruggeproduceerd en opgeslagen voor hergebruik. Een klein deel is echter vervuild met productiewater en condensaat en moet worden verwijderd⁶. Gemiddeld wordt qua volume circa 4,5% van de gebruikte doodpompvloeistof verwijderd. Dit staartje is door de boot genomen vervuild met circa 35% formatiewater en condensaat.

Stimulatievloeistof

Stimulatievloeistof is verdund zoutzuur soms vermengd met verdund waterstof fluoride waaraan een geringe hoeveelheid hulpchemicaliën (o.a. corrosie remmer) is toegevoegd. Stimulatievloeistof wordt gebruikt om neerslag in het reservoir rondom de put, waardoor de winning van gas wordt bemoeilijkt, op te lossen. Het proces is vergelijkbaar met het ontkalken van een koffiezetapparaat.

⁶ Condensaat is een mengsel van zwaardere koolwaterstoffen, die van nature in het gasveld voorkomen en bij kamertemperatuur en omgevingsdruk vloeibaar zijn. Het condensaat wordt samen met aardgas - de bij kamertemperatuur en omgevingsdruk vluchtige koolwaterstoffen uit het veld - gewonnen afgescheiden en aan de raffinage sector geleverd.

Tabel 9 Spreiding in chemicaliëngebruik bij putstimulatievloeistoffen

Chemische stof	Bandbreedte (% - w)
Schuimremmers en suspensie bevorderende middelen	< 0,5
Corrosie-inhibitors	0,5 – 2,0
Ammonium chloride	2,0 – 5,0
Zuur (zoutzuur en fluorwaterstof)	15 – 30
Ontvettingsmiddel (alcoholen)	10 – 20

In de receptuur van putstimulatievloeistoffen worden de onderstaande stoffen en concentraties aangehouden.

Tabel 10 Maximale concentraties in putstimulatievloeistof

Klasse	Omschrijving	Maximale concentratie (% - w)
B3	Koperverbindingen (corrosie-inhibitors)	2,0
B12	Organische fosforverbindingen (corrosie-inhibitors)	2,0
B17	Aminen (schuimremmers, corrosie-inhibitors)	2,0
B24	Fluor (zuur)	3,0
B25	Chloor (als zuur)	30
C1	Ammoniak en ammoniumverbindingen (ammoniumchloride)	5,0
C5	Fosforverbindingen (corrosie-inhibitors)	2,0
D2	Anorganische zuren (zuur)	30
D5	Alifatische en naftenische koolwaterstoffen (oplosmiddel)	5,0
D6	Organische zuurstofverbindingen (ontvettingsmiddel, alcoholen)	20
D7	Organische stikstofverbindingen (corrosie-inhibitors)	2,0
E1	Licht ontvlambare stoffen (alcoholen, oplosmiddelen)	20

Klasse indeling volgens BAGA.

Na een putstimulatie wordt de betreffende put in productie genomen. Hierbij wordt een gedeelte van de toegepaste vloeistoffen tezamen met productiewater teruggeproduceerd in een tijdelijke installatie. Niet gereageerd zuur wordt geneutraliseerd met loog. Deze geneutraliseerde reststroom bestaat uit water, zout en onbekende hoeveelheden hulpstoffen. Een en ander is namelijk sterk afhankelijk van de volledigheid van de reactie, van de absorberende eigenschappen van de formatie, van de verbuizing, alsmede de verspreiding in het reservoirgesteente tijdens de putbehandeling. Het reactieproduct wordt teruggeproduceerd, samen met formatiewater en wordt vervolgens na neutralisatie met loog verwijderd.

Gemiddeld genomen wordt met de te reduceren uitgewerkte stimulatievloeistof 35% extra volume aan formatiewater en condensaat opgepompt c.q. teruggeproduceerd.



A.2

Aangehouden samenstelling reststromen en formatiewater

	Gecondenseerde fase gaswinning	Formatiewater	Terugge produceerde doodpompvl.	Spent acid
pH				
a) organisch				
benzeen	35.010		11.849	11.670
ethylbenzeen	5.764		1.951	1.921
tolueen	530		180	177
xylenen	955		323	318
alifaten	199.221		67.429	66.407
b) hulpstoffen				
ontvettingsmiddel (ethanol?)				65.410
corrosie-inhibitors				
- koperverbindingen				1.308
- organische fosforverbindingen				1.308
- anorganische (?) fosforverbindingen				1.308
- aminen				1.308
schuimremmers (aminen)				1.308
polymeer			591	
c) anorganisch				
Na	47.665	73.331	47.921	15.888
K	2.276	3.501	25.332	100
Ca	13.531	20.817	51.104	4.088
Mg	2.583	3.974	874	3.074
Fe	923	1.419	312	21.616
Cl	119.931	184.510	162.855	97.820
F				8.285
SO4	615	946	208	
HCO3	492	757	167	
NH4			4.731	6.608
As	1	2	0	4
Ba	15	24	5	
Cd	0	0	0	0
Cr	1	1	0	58
Cu	1	1	0	10
Hg	1,3	1,9	0	1,5
Mn	32	50	11	150
Ni	2	3	1	15
Pb	12	19	4	130
Sr	308	473	104	
Zn	69	106	23	60
Inert	207.350	319.000	70.180	63.000



B Achtergrondgegevens, milieuprofielen voor chemicaliën en energiedragers

Tabel 11 Milieuprofielen van standaardprocessen

	Transporten	NaOH	CaO	NH ₃	HOK	Na ₂ S	Zand	Big bag	PE-hoes	Elektriciteit	Mobiel werktuig	Ethanol	Aardgas
	per km	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	MJ warmte
Abiotische uitp	0,01	15,29	3,16	38,58	1,64	4,88	0,07	26,41	12,01	1,66	1,59		6,42E-01
Broeikaseneffect	0,96	1.706,84	1.134,36	4.527,91	203,75	507,64	5,26	2.368,76		198,30	122,99	12,93	60,880
Ozonlaag aant.		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00			0,00	0,00		
Smogvorming	0,00	0,20	0,06	0,57	0,02	0,47	0,00	0,37	0,18	0,02	0,09	0,00096	
Ecotox. water	0,00	6,23	1,45	6,39	0,69	2,40	0,16	23,88		0,76	2,36		
Ecotox.terr.	0,00	3,99	0,24		0,30	0,72	0,01	2,00	3,33	0,32	0,12		
Humane tox.	5,55	101,74	149,14	24,14	12,97	34,41	0,94	33,29		13,47	10,12	0,04752	0,014
Verzuring	0,01	4,12	0,78	49,81	0,45	10,77	0,04	14,89	5,32	0,45	1,12	0,043	0,012
Aq. Vermesting	0,00	0,39	0,15	1,78	0,04	0,10	0,00	2,75	0,49	0,04	0,21	0,00494	0,002
Ter. Vermesting		2,57	1,06	13,78	0,32	0,70	0,04	9,37	3,60	0,30	1,56		0,012
Biodiv.		2,85							27,68				
Lifesupp		45,43							363,25				
Landgebruik		5,07							48,84				
Afval	0,00	148,64	187,83	7,96	15,11	32,75	21,70	62,88		16,12	13,22		
Energie	12,33	24.763,85	5.063,23	75.668,55	2.506,00	7.065,92	77,42	47.904,31	21.774,69	2.679,50	1.820,76		1,09
Waterverbruik	0,06	30.298,99	1.043,84	13.005,90	19.126,67	8.874,06	706,56	650.097,46	19.230,92	4.484,98	855,60		



C Omschrijving beleidsgerelateerde milieuanalyses

De door CE uitgevoerde LCA is een globale versie van een conform ISO norm uitgevoerde

	toepassing	inhoud	wie
Doelmatigheidstoets (Wet milieubeheer artikelen 1.1 juncto 8.14 en 8.36)	Inrichtingen die gebruikt worden voor het verwijderen van afvalstoffen. De doelmatigheidstoets vindt onafhankelijk van een eventuele MER-(beoordelings)plicht plaats.	De toets naar een doelmatige verwijdering omvat verplicht, maar niet-limitatief, de aspecten: <ol style="list-style-type: none"> 1 Continuïteit. 2 Effectiviteit. 3 Efficiëntie. 4 Capaciteit. 5 Evenwichtige verspreiding. 6 Effectief toezicht. <p>Een nadere uitwerking voor gevaarlijke afvalstoffen vond plaats in hoofdstuk 6 van het Meerjarenplan Gevaarlijke Afvalstoffen II (MJP-GA II).</p> <p>In de nieuwe Wet milieubeheer is hiervoor in de plaats gekomen een toets aan het LAP, de voorkeursvolgorde dan wel de aspecten effectiviteit en efficiëntie. Capaciteit en continuïteit worden nog slechts in bepaalde gevallen getoetst (artikel 1.1 juncto 10.4 en 10.5 Wet milieubeheer).</p>	Toets wordt uitgevoerd door het bevoegd gezag voor de inrichting én VROM i.g.v. een verklaring-van-geen-bedenkingen (vvgb). De uitvoering vindt plaats naar aanleiding van de aanvraag.
Levenscyclus analyse (LCA) (geen wettelijke basis)	Een LCA wordt voor meerdere doeleinden en in meerdere varianten toegepast voor de beoordeling van de effecten van producten en activiteiten gedurende hun levenscyclus. De belangrijkste inhoudseisen zijn af te leiden uit de ISO 14040-serie en de methodiek voor implementatie door het CML. De minimumstandaarden genoemd in de sectorplannen van het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP) zijn tot stand gekomen o.b.v. een LCA (m.u.v. enkele "lokaal georiënteerde" milieu parameters).	De LCA-systematiek bestaat uit een milieueffectbeoordeling van het product/activiteit en alternatieven met de elementen: <ol style="list-style-type: none"> 1 Doelbepaling. 2 Inventarisatie. 3 Karakterisering. 4 Normalisatie. 5 Weging. 6 Interpretatie. 	LCA wordt doorgaans uitgevoerd door de initiatiefnemer van een activiteit. Bij afwijking van een LAP minimum-standaard is een LCA voorgeschreven.

<p>Milieueffectrapportage (mer)</p> <p>(Wet milieubeheer § 7.4, Besluit milieueffectrapportage 1994)</p>	<p>Op basis van het Besluit milieueffectrapportage kan de injectie van afvalstoffen in de diepe ondergrond MER-plichtig zijn wanneer aan de voorwaarden van de categorieën C 18.2 en 18.5 wordt voldaan. Name-lijk de oprichting van een inrichting voor [...] het in de diepe ondergrond brengen van gevaarlijke afvalstoffen zonder drempelwaarde, respectievelijk het oprichten van een inrichting bestemd voor [...] het in de diepe ondergrond brengen van niet-gevaarlijke afvalstoffen met een capaciteit van 500.000 m³ of meer.</p> <p>Een MER-beoordelingsplicht op basis van categorie D 18.3 bestaat bij de wijziging of uitbreiding van de genoemde inrichting met meer dan 250.000 m³ afvalstoffen.</p>	<p>Vaste elementen van de MER zijn (verkort) beschrijving van:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Het beoogde doel. 2 De voorgenomen activiteit en alternatieven. 3 De toestand van het milieu. 4 De autonome ontwikkeling van het milieu. 5 De gevolgen van de voorgenomen activiteit en de alternatieven. 6 Een vergelijking van de gevolgen. 7 Een overzicht van de leemten. <p>Deze kunnen afhankelijk van de richtlijnen voor de specifieke MER een nadere uitbreiding of detaillering krijgen.</p>	<p>De MER wordt uitgevoerd door de initiatiefnemer van de activiteit en uitgevoerd voorafgaand aan de vergunningsaanvraag (i.c. het LAP betreft dit de planvorm die MER-plichtig is).</p> <p>Het MER wordt opgesteld conform de richtlijnen afgegeven door het bevoegd gezag en daaraan getoetst door een onafhankelijke commissie (Commissie voor de Milieueffectrapportage).</p>
--	---	---	--

