



**Vergelijkende LCA van
immobilisatie en
reiniging van reinigbare
verontreinigde grond**

Eindrapport



Vergelijkende LCA van immobilisatie en reiniging van reinigbare verontreinigde grond

Eindrapport

dossier V3019-84.001
registratienummer MD-MO20040318
versie 1

m e i 2004

© DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Ruimte en Mobiliteit BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV Ruimte en Mobiliteit BV is gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001.

INHOUD	BLAD
SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	15
1.1 Aanleiding van het onderzoek	15
1.2 Doel	15
1.3 Werkwijze	15
1.4 Peer review	16
1.5 Projectorganisatie	16
1.6 Leeswijzer	17
2 AFBAKENING EN UITGANGSPUNTEN VAN DE STUDIE	19
2.1 Overheidsbeleid ten aanzien van grondverwerking	19
2.2 Grondstromen in Nederland	21
2.3 Extractieve reiniging	22
2.4 Koude immobilisatie	23
2.5 Functionele eenheid	24
2.5.1 Vaststellen van de overlap van de toepassingsgebieden	24
2.5.2 Samenstelling van grond die reinigbaar en immobiliseerbaar is	25
2.6 Methodologie	27
2.7 Systeempgrenzen en allocatie	28
2.8 Beperkingen van de LCA studie	30
2.9 Samenvatting uitgangspunten functionele eenheid	30
3 INVENTARISATIE	33
3.1 Inventarisatieproces	33
3.2 Datakwaliteitseisen	35
3.3 Algemene uitgangspunten bij de analyse	36
3.4 Samenstelling van de verontreinigde grond in relatie tot de praktijkgegevens	37
3.5 Gegevens verwerking door extractieve grondreiniging	37
3.5.1 Transporten van het reinigingsproces	38
3.5.2 In- en outputs van het reinigingsproces	38
3.5.3 Toepassing van gereinigd zand	39
3.5.4 Uitloging gereinigd zand in toepassing	40
3.5.5 Stort en uitloging van het reinigingsresidu	40
3.6 Gegevens koude immobilisatie	41
3.6.1 Transporten	42
3.6.2 Het immobilisatieproces	42
3.6.3 Toepassing van immobilisaat	43
3.6.4 Uitloging van immobilisaat	44
3.7 Achtergrondprocessen	45
3.8 Evaluatie van de datakwaliteit	45

4	RESULTATEN	47
4.1	Inleiding	47
4.2	Resultaten ongewogen scores	47
4.3	Gevoeligheidsanalyses	51
4.4	Aanvullingen uit het MER LAP	54
4.4.1	Resultaten overall vergelijking inclusief ingreepgerichte categorieën	54
4.4.2	Resultaten overall vergelijking op basis van gewogen scores	55
5	CONCLUSIES	59
6	REFERENTIES	61
7	COLOFON	63

BIJLAGEN

1	Notitie SCG
2	Gevoeligheidsanalyses
3	Uitlogingsberekeningen
4	Ingreep tabellen
5	Gebruikte Achtergrondprocessen
6	Peer review
7	Respons DHV op Peer review
8	Lijst van afkortingen

SAMENVATTING

1. Inleiding

Aanleiding en doel van het onderzoek

De Staatssecretaris Milieubeheer van VROM heeft begin 2003 het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) vastgesteld. Daarin is bepaald dat, indien mogelijk, verontreinigde grond moet worden gereinigd. Alleen niet-reinigbare grond komt hierbij in aanmerking voor immobilisatie. De 2^e Kamer heeft bij de behandeling van het LAP in de kamer een motie ingediend om immobilisatie en reiniging als gelijkwaardig te beschouwen. De Staatssecretaris heeft ervoor gekozen om de motie niet uit te voeren. Na ambtelijk overleg is besloten om een volledig, objectief, onafhankelijk en deskundig LCA-onderzoek uit te voeren om meer duidelijkheid te krijgen over de milieu-effecten van beide technieken. In deze rapportage zijn de bevindingen uit dit LCA-onderzoek beschreven.

Het doel van het onderzoeksproject is:

1. Het leveren van kwantitatief onderbouwde vergelijking op basis van LCA van de milieueffecten van het reinigen dan wel bewerken van verontreinigde grond met behulp van:
 - a. koude immobilisatie
 - b. extractieve reiniging
2. Het doen van een uitspraak over het al dan niet gelijkwaardig zijn van deze technieken op basis van de vergelijking.

De beoogde doelgroep van de LCA is in eerste instantie de Staatssecretaris van VROM. Hiernaast is de rapportage ook bedoeld voor andere belanghebbenden, zoals de producenten van immobilisaat verenigd in de NVIP, de producenten van gereinigd zand, verenigd in de Nederlandse Vereniging van Procesmatige Grondreinigingsbedrijven (NVPG) en de overige partijen die zitting hebben in de begeleidingscommissie van het project.

Organisatie en werkwijze

Oprachtgevers en financiers van het onderzoek zijn het Centrum voor Immobilisatie (CIM) en de Provincie Zuid-Holland. Het onderzoek is begeleid door een begeleidingscommissie, samengesteld uit betrokken partijen en deskundigen.

Het LCA project is uitgevoerd volgens de ISO 14040-43 standaarden voor LCA. Hierbij is gebruik gemaakt van de LCA methodiek, die is toegepast bij het opstellen van de Milieu Effect Rapportage voor het Landelijk afvalbeheerplan (MER-LAP).

Een inhoudelijke toetsing van het LCA onderzoek volgens de ISO normen voor LCA heeft plaatsgevonden door een extern LCA deskundige. Deze heeft inhoudelijk commentaar geleverd op de uitvoering van de LCA in de verschillende fasen van het onderzoek.

2. Afbakening en uitgangspunten van de studie

Vaststellen van de functionele eenheid

Het beleid voor ernstig verontreinigde grond is gericht op reiniging via de daarvoor meest geëigende methode tot, als bodem of bouwstof, herbruikbare grond en goede controle op de grondstromen. Ernstig verontreinigde grond, mag, gelet op risico's voor het milieu en de volksgezondheid, na ontgraven slechts na reiniging worden teruggebracht in het milieu of de economische kringloop¹.

Het storten van reinigbare grond is niet toegestaan. Het Service Centrum Grond beoordeelt op grond van de ministeriële regeling "Beoordeling Reinigbaarheid Grond Bodemsanering 2000" of ernstig verontreinigde grond al dan niet reinigbaar is. Het verwerken van grond in een grondreinigingsinstallatie wordt beschouwd als een handeling van nuttige toepassing, waarbij de gereinigde grond grotendeels weer als grond kan worden ingezet. Bij immobilisatie ontstaat een product dat niet langer als grond kan worden beschouwd [1]. Het is een bouwstof geworden die kan worden ingezet in de Grond- Water en Wegenbouw (GWW).

In het LCA onderzoek is gekeken naar de verwerking van ernstig verontreinigde, reinigbare grond, waarbij de analyse is gericht op het meest voorkomende type, dat in aanmerking komt voor zowel reiniging als immobilisatie. De meest gangbare reinigingstechniek die wordt toegepast op grondtypen die ook in aanmerking kunnen komen voor immobilisatie, is extractieve/natte reiniging. Thermische reiniging is buiten beschouwing gelaten, omdat verontreinigde grond die geschikt is voor thermische reiniging vanwege het voorkomen van organische verontreinigingen o.h.a. niet geschikt is voor immobilisatie.

Bij natte of extractieve grondreiniging wordt een groot deel (60-90%) van de verontreinigende stoffen verwijderd. Hierbij is deeltjesscheiding het belangrijkste principe. Bij deze techniek wordt de verontreiniging geconcentreerd in de fijne fractie, het residu, en kan de bulk van de grond veelal als licht verontreinigd zand worden hergebruikt. Het aandeel licht verontreinigd zand (categorie 1 volgens het bouwstoffenbesluit) is hierbij volgens de NVPG 80%. Het residu, waarin een groot deel van de verontreinigingen is geconcentreerd, moet worden gestort.

In Nederland is koude immobilisatie met cement de meest gangbare techniek. Hierbij wordt grond in een menger samengevoegd met een cement en eventueel met additieven. Het mengsel wordt daarna verdicht, vormgegeven en uitgehard. De uiteindelijke vorm van het immobilisaat kan variëren van granulaat (korrels) tot een stabilisatielaag of beton. De cementsteen vormt een matrix voor het duurzaam vastleggen van chemische componenten, waarbij de verspreiding van verontreinigingen verminderd. De hoeveelheid

¹ Het NVPG stelt dat hier wel uitzonderingen zijn en dat ernstig verontreinigde grond in bepaalde gevallen wel mag worden teruggebracht in het milieu mits in hetzelfde werk of de directe omgeving.

verontreinigde grond die in de huidige situatie wordt geïmmobiliseerd fluctueert, waardoor moeilijk exacte hoeveelheden kunnen worden aangegeven. Bij immobilisatie worden naast verontreinigde grond ook andere afvalstromen geïmmobiliseerd. Het aandeel van de verontreinigde grond van de totale hoeveelheid geïmmobiliseerd materiaal is echter 95 % [6].

Momenteel wordt 855.000 ton verontreinigde grond gereinigd door middel van natte reiniging. Het SCG heeft op basis van de huidige technische en economische criteria, die worden gehanteerd bij de beoordeling of partijen grond reinigbaar, dan wel immobiliseerbaar zijn een analyse gedaan van een groot aantal partijen grond. Hierbij is vastgesteld dat circa 58% van de nat reinigbare grond, dat wil zeggen circa 500.000 ton reinigbare grond, op basis van de huidige criteria ook in aanmerking kan komen voor immobilisatie.

De functionele eenheid, op basis waarvan de 2 verwerkingstechnieken zijn vergeleken is als volgt geformuleerd:

De huidige verwerking in Nederland, van 1 ton ernstig verontreinigde grond, die op basis van chemische en fysische samenstelling in aanmerking komt voor immobilisatie en natte reiniging, inclusief de toepassing van het verwerkingsproduct gedurende 100 jaar.

Systeemgrenzen

Bij de verwerkingsprocessen ontstaan producten en/of reststoffen, die vaak nuttig kunnen worden toegepast. De processen kunnen enerzijds beschouwd worden als afvalverwerkingsproces, maar zijn tevens productieproces voor nieuwe producten. Er is hier sprake van vermeden winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen, zodat, conform de werkwijze van AOO voor het MER LAP, negatieve milieu-ingrepen worden toegerekend [7].

Er wordt in het MER LAP gerekend met een tijdshorizon van 100 jaar voor werken, waarbij effecten van het toepassen van secundaire materialen (funderingsmateriaal, gereinigd zand) worden meegenomen in de vergelijking. Hierbij is met name het uitlooggedrag van het geïmmobiliseerde materiaal van belang. In het LAP wordt uitgegaan voor een periode van 10.000 jaar voor de uitloging bij stortplaatsen en 100 jaar voor uitloging uit werken. Dit betekent dat bij het storten van het residu van de natte reiniging, een tijdshorizon van 10.000 jaar wordt gehanteerd.

De milieubelasting van de beide systemen, die wordt geanalyseerd op basis van de input van 1 ton ernstig verontreinigde reinigbare grond, is als volgt opgebouwd:

Milieubelasting van immobilisatie		Milieubelasting van natte reiniging	
+	Transport van verontreinigde grond	+	Transport van verontreinigde grond
+	Koude immobilisatie incl. productie van hulp- en toeslagstoffen, energieverbruik en procesemissies	+	Natte reiniging, incl. productie van hulpstoffen, energieverbruik en procesemissies
-	Uitsparing van de productie en het transport van gelijkwaardig materiaal	-	Uitsparing van de productie en het transport van gelijkwaardig materiaal
+	Uitloging tijdens 100 jaar toepassing van het immobilisaat	+	Uitloging tijdens 100 jaar toepassing van het gereinigde zand
		+	Energie- en hulpstoffenverbruik van de stort tijdens de monitoringfase. Landgebruik gedurende 100 jaar en emissies ten gevolge van uitloging gedurende 10.000 jaar.

Beperkingen van de LCA studie

- Alleen effecten die volgens gangbare LCA methodiek kwantificeerbaar zijn kunnen worden meegenomen in de analyse. Dit betekent dat o.a. geluid, stank en hinder niet zijn meegenomen, maar ook kostenaspecten en beleidsoverwegingen die geen directe relatie hebben met een kwantificeerbaar milieu-effect, zijn geen onderdeel van de LCA.
- De invloed van de marktsituatie (beschikbaarheid en schaarste van grondstoffen) en eventuele marktverschuivingen t.g.v. het grootschalig toepassen van immobilisatie worden niet in de analyse meegenomen.
- De beschikbaarheid van gegevens heeft een grote invloed op de kwaliteit van het eindresultaat. Wanneer met extrapolaties, schattingen of aannames is gewerkt is de invloed hiervan in een gevoeligheidsanalyse onderzocht.

3. Inventarisatie en bewerking van gegevens

Verzamelen van gegevens

Bij het verzamelen van gegevens met betrekking tot de milieu-aspecten van de beide verwerkingstechnieken is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van primaire bronnen. De gegevens zijn geïnventariseerd via de branche-organisaties bij de verschillende verwerkers en overige betrokken organisaties middels vragenlijsten. Naast gegevens uit primaire bronnen zijn gegevens uit literatuur en databases gebruikt voor het in kaart brengen van de milieubelasting van achtergrondprocessen (bijv. transport- en energieprocessen).

Aannames en keuzes ten aanzien van de basisgegevens

- In de praktijk is een deel van de toepassingen bij immobilisatie en gereinigd zand afgedekt. Uit onderzoek is gebleken dat de invloed van deze afdekking op de uitloging significant is. De kwantificering van deze invloed voor de verschillende toepassingen is echter afhankelijk van de specifieke toepassing, die met name voor gereinigd zand nogal kan variëren. Voor de basisanalyse is een inschatting gemaakt op basis van praktijkgegevens.
- In de uitlogingsberekeningen conform het bouwstoffenbesluit wordt voor niet vormgegeven bouwstoffen een correctiefactor (zgn. a-waarde) toegepast, gebaseerd op uitloging van natuurgrond in het laboratorium. Deze factor wordt toegepast om een omrekening te maken van laboratorium naar praktijk, waarbij de werkelijke emissie wordt gecorrigeerd. Voor vormgegeven bouwstoffen wordt deze factor niet toegepast, waardoor de vergelijking van uitloging tussen beide materialen niet zuiver is. In de basisanalyse zijn deze a-waarden daarom op nul gesteld.
- De beschikbaarheid van representatieve uitlooggegevens voor gereinigde grond is beperkt. De meest representatieve gegevens hebben betrekking op de uitloging van de 8 belangrijkste metalen. In de basisanalyse is het effect van uitloging daarom gebaseerd op de uitloging van deze stoffen. Effecten van organische verontreinigingen zijn niet meegenomen.
- De toepassingshoogten van de verschillende toepassingen kunnen in de praktijk sterk variëren, met name bij de toepassing van gereinigd zand. De toepassingshoogte heeft een belangrijke invloed op de uitloging. In de basisanalyse is gebruik gemaakt van de inschatting van het NVPG.
- De milieuwinst van vermeden emissies is sterk afhankelijk van het materiaal dat wordt uitgespaard en het transport wat hiermee gemoeid is. Bij uitsparing van primaire materialen die over lange afstand moeten worden vervoerd is de milieuwinst groter dan bij uitsparing van secundaire materialen die over korte afstanden worden aangevoerd. Door de verwerkers is aangegeven dat over het algemeen primaire materialen worden uitgespaard. Dit is als uitgangspunt genomen voor de basisanalyse.
- Omdat wordt uitgegaan van een theoretische situatie waarbij reiniging en immobilisatie beide worden toegepast, zijn de huidige transportafstanden die zijn gerelateerd aan de huidige omvang van de verwerking niet maatgevend (met name niet voor immobilisatie, wat momenteel een zeer lokale activiteit is). Uitgaande van een gelijke spreiding van immobilisatie en verwerking zijn de transporten voor aanvoer van grond en hulpstoffen gelijkgesteld.

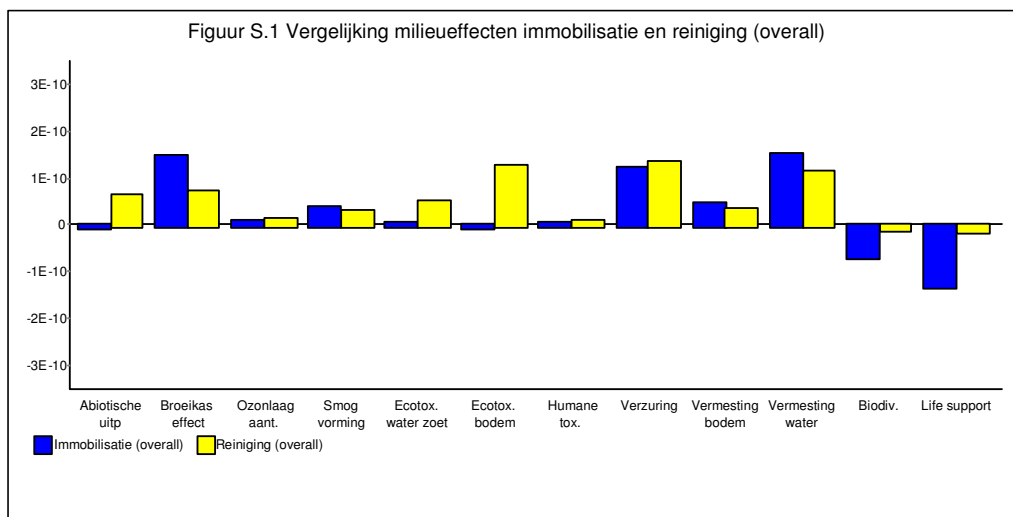
De invloed van deze keuzes op de resultaten van de basisanalyse is getoetst in de gevoeligheidsanalyse.

Resultaten

De analyse is uitgevoerd met de karakterisatie en normalisatie van milieu-effecten, zoals deze is toegepast bij het MER LAP [7], met uitzondering van de methodiek voor landgebruik, die is aangepast aan de meest recente versie van de methodiek [33]. Alle resultaten zijn gebaseerd op de functionele eenheid, namelijk de verwerking van 1 ton verontreinigde grond. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de verschillende effecten:

Effect
Uitputting van abiotische grondstoffen (mineralen en fossiele brandstoffen)
Broeikas effect
Ozonlaagaantasting
Smogvorming
Ecotoxiciteit water (zoet water)
Ecotoxiciteit bodem
Humane toxiciteit
Verzuring
Vermesting water (zoet water)
Vermesting bodem
Landgebruik (biodiversiteit)
Landgebruik (life support)

De resultaten worden gepresenteerd op het niveau van genormaliseerde scores, waarbij positieve waarden de hoogte van de milieubelasting weergeven en negatieve waarden (ten gevolge van uitsparing van processen, bijv. vermeden grondstofwinning) moeten worden geïnterpreteerd als positieve milieu-effecten. Dit betekent dat alle effecten zijn gerelateerd aan de Nederlandse milieubelasting.



In de figuur S.1. worden de overall milieu-effecten van beide verwerkingstechnieken vanaf het transport van de verontreinigde grond tot en met de toepassing van de verwerkingsproducten gedurende 100 jaar getoond voor de basisanalyse. Hieruit blijkt dat er op het niveau van individuele effecten veel verschillen zijn tussen beide technieken. Immobilisatie geeft een relatief hogere bijdrage aan broeikas-effect, smogvorming en vermist, met name ten gevolge van het verbruik van toeslagstoffen (cement). Reiniging geeft een relatief hogere bijdrage aan uitputting (door een beperkte invloed van vermeden emissies), ecotoxiciteit (door hogere waarden voor uitloging) en landgebruik (door het landgebruik bij het storten van het residu). De negatieve waarden voor immobilisatie voor uitputting en landgebruik, zijn het gevolg van de uitsparing van materialen (vermeden emissies) en moeten worden geïnterpreteerd als netto milieuwinst.

De dominante factoren die de belangrijkste verschillen in de effecten veroorzaken zijn:

1. De milieuwinst van de vermeden emissies (heeft de grootste invloed op immobilisatie)
2. Het energieverbruik en de verschillen in energiebronnen (diesel, elektriciteit)
3. De bijdrage van uitloging van gereinigde grond en immobilisatie
4. Het ruimtegebruik ten gevolge van het storten van residu bij reiniging.

Op basis van deze resultaten kan niet eenduidig gesteld worden dat een bepaalde techniek vanuit milieuoogpunt de voorkeur geniet.

Naast de effectgerichte LCA-categorieën worden conform het MER LAP ook resultaten gepresenteerd voor een aantal milieu-ingrepen:

- Waterverbruik
- Energieverbruik
- Fysiek ruimtebeslag
- Finaal te storten afval

In onderstaande tabel worden alle effecten uit figuur S.1 plus de ingrepen getoond. Ook hier betekent een negatieve score een netto milieuwinst ten gevolge van de uitgespaarde processen. Uit de verschillen tussen de ingrepen kan worden geconcludeerd dat het fysiek ruimtebeslag en de afvalproductie bij reiniging hoger zijn, met name ten gevolge van het storten van residu. Het totale energieverbruik van reiniging ligt ook hoger ten gevolge van gebruik van elektriciteit en een lagere aftrek van vermeden emissies. Het waterverbruik van immobilisatie ligt hoger, ten gevolge van een hoger waterverbruik in de keten (o.a. bij productie van toeslagstoffen). Zowel het immobilisatie- als het reinigingsproces zelf verbruiken geen grond- of drinkwater in het proces, omdat gebruik wordt gemaakt van regenwater.

Effect/ingreep	Immobilisatie (*10 ⁻¹⁴)	Reiniging (*10 ⁻¹⁴)
Abiotische uitp	-814	6400
Broeikaseneffect	15000	7380
Ozonlaag aant.	782	1380
Smogvorming	3970	3030
Ecotox. water zoet	695	5050
Ecotox. bodem	-913	12600
Humane tox.	657	859
Verzuring	12400	13500
Vermesting bodem	4750	3370
Vermesting water	15400	11400
Biodiversiteit	-6850	-1250
Life support	-13100	-1540
Landgebruik	-4730	777
Afval	444	3050000
Energie	-3620	7,31
Waterverbruik	259000	53200

Gevoeligheidsanalyse

De invloed van onzekerheden, keuzen en aannamen op de resultaten van de LCA is getoetst door het uitvoeren van een aantal gevoeligheidsanalyses. De volgende gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd:

1. Invloed van de spreiding in de massabalans van de verwerkingsprocessen.
2. Invloed van de spreiding in procesenergie van de verwerkingsprocessen.
3. Invloed van de keuze van een andere tijdshorizon voor uitloging van residu.
4. Invloed van de mate van afdekking op de uitloging bij toepassing van gereinigd zand en immobilisaat.
5. Invloed van de verschillen in gegevens voor uitloging van gereinigd zand tussen 2 verschillende bronnen.
6. Invloed van het niet meenemen van een deel van de toepassingen in de berekeningen voor uitloging.
7. Invloed van de variatie in toepassingshoogten van immobilisaat en gereinigd zand op de uitloging.
8. Invloed van het berekenen van uitloging van niet-vormgegeven bouwstoffen zonder correctiefactoren.
9. Invloed van de aannamen voor "vermeden emissies", d.w.z. de uitsparing van specifieke materialen voor een toepassing.
10. Invloed van het gelijkstellen van het aanvoertransport van verontreinigde grond en hulpstoffen.

Conclusies

Op basis van de huidige resultaten van de LCA kunnen de beide verwerkingsmethoden als gelijkwaardig worden beschouwd, gezien de mogelijke variatie die in de praktijk optreedt bij de verschillende typen toepassingen.

Op het niveau van individuele effecten zijn er in de basisanalyse wel verschillen tussen de processen, die voornamelijk worden veroorzaakt door verschillen in uitloging en toerekening van vermeden emissies. Uit de gevoeligheidsanalyse is echter duidelijk geworden dat deze verschillen, door de onzekerheden in de gegevens die worden gebruikt en de variaties die in de praktijk optreden, niet significant zijn:

- Op basis van de huidige analyse is moeilijk vast te stellen welke toepassing potentieel de meeste toxische effecten veroorzaakt, omdat de gegevens voor de berekeningen onvoldoende representatief zijn en de variatie in toepassingsmogelijkheden een grote spreiding in de resultaten oplevert. Aangezien zowel gereinigd zand als immobilisaat ingezet worden als categorie 1 bouwstof is een dergelijk verschil ook niet te verwachten.
- De milieuwinst van de vermeden emissies die aan beide processen kan worden toegerekend is sterk afhankelijk van de specifieke toepassing in projecten. De uitsparing kan hierbij variëren van hoogwaardig primair materiaal dat over grote afstand moet worden aangevoerd tot relatief laagwaardig secundair materiaal met een relatief korte transportafstand.

Algemene conclusie peer reviewer over de LCA

De LCA is opgesteld conform de gestelde eisen in ISO 14.040. De LCA is uitgevoerd in een transparant en iteratief proces waarin alle betrokkenen input hebben kunnen leveren. De gebruikte data voldeed aan de kwaliteitseisen en bij onzekerheden is goed gebruik gemaakt van gevoeligheidsanalyses om het belang van bepaalde keuzes en aannames te verhelderen.

De conclusies in de rapportage zijn helder afgeleid van de resultaten en in samenhang met de uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse en doen recht aan de doelstelling van deze studie.

De commentaren van de peer reviewer zijn in de eindrapportage verwerkt inclusief de respons van de rapporteur (zie bijlage 6 en 7)

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding van het onderzoek

De Staatssecretaris Milieubeheer van VROM heeft begin 2003 het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) vastgesteld. Daarin is bepaald dat, indien mogelijk, verontreinigde grond moet worden gereinigd. Alleen niet-reinigbare grond komt hierbij aanmerking voor immobilisatie. De 2^e Kamer heeft bij de behandeling van het LAP in de kamer een motie ingediend om immobilisatie en reiniging als gelijkwaardig te beschouwen. De Staatssecretaris heeft ervoor gekozen om de motie niet uit te voeren. Na ambtelijk overleg is besloten om een volledig, objectief, onafhankelijk en deskundig LCA-onderzoek uit te voeren om meer duidelijkheid te krijgen. De staatssecretaris heeft de Tweede Kamer toegezegd de kamer te informeren over de resultaten van het LCA onderzoek.

Dit rapport betreft een beschrijving van de het doel, de uitgangspunten en de resultaten van de LCA studie naar de milieuaspecten van immobilisatie en reiniging van sterk verontreinigde, reinigbare grond.

1.2 Doel

Het doel van het onderzoeksproject is:

1. Het leveren van kwantitatief onderbouwde vergelijking op basis van LCA van de milieueffecten van het reinigen dan wel bewerken van verontreinigde grond met behulp van:
 - a. koude immobilisatie
 - b. extractieve reiniging
2. Het doen van een uitspraak over het al dan niet gelijkwaardig zijn van deze technieken op basis van de vergelijking.

De beoogde doelgroep van de LCA is in eerste instantie de Staatssecretaris van VROM. Hiernaast is de rapportage ook bedoeld voor andere belanghebbenden, zoals de producenten van immobilisaat verenigd in de NVIP, de producenten van gereinigd zand, verenigd in de Nederlandse Vereniging van Procesmatige Grondreinigingsbedrijven (NVPG) en de overige partijen die zitting hebben in de begeleidingscommissie.

1.3 Werkwijze

Het LCA project is uitgevoerd volgens de ISO 14040-43 standaarden voor LCA. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de LCA methodiek, die is toegepast bij het opstellen van de Milieu Effect Rapportage voor het Landelijk afvalbeheerplan (MER-LAP).

De analyse van de gegevens is uitgevoerd met behulp van de state-of-the-art LCA software SimaPro 5, waarbij de meest recente en complete gegevens zullen worden gebruikt (o.a. de laatste versie van de betondatabase). In SimaPro zijn alle relevante databases en LCA methodieken beschikbaar.

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd om de hardheid van de conclusies die aan de resultaten kunnen worden verbonden vast te stellen. De invloed van de keuzen en aannamen, die zijn gemaakt in de uitgangspunten van de studie, de variaties en onzekerheden in de procesgegevens en de keuzen in de methodologie, op de analysesresultaten is hierbij getoetst.

1.4 Peer review

Een inhoudelijke toetsing van het LCA onderzoek volgens de ISO normen voor LCA is uitgevoerd door een externe LCA deskundige. Deze heeft inhoudelijk commentaar geleverd op de uitvoering van de LCA in de verschillende fasen van het onderzoek. Peer reviewer is Robert-Jan Saft (IVAM).

De peer reviewer heeft als taak om te bewaken of de vier gebruikelijke stappen in een LCA (resp. doelbepaling/systemafbakening, inventarisatie gegevens, effectbeoordeling, conclusies) correct worden uitgevoerd, dat wil zeggen consistent met de ISO-normen voor LCA (ISO 14040 ff). Expliciete aandachtspunten zijn de gebruikte LCA-methode, de representativiteit van de gebruikte gegevens in relatie tot het doel van de studie en de interpretatie van de resultaten mede in relatie tot de beperkingen van de studie. Andere belangrijke aandachtspunten zijn transparantie en consistentie. Het doel van de peer review is uiteindelijk om een bijdrage te leveren aan een LCA-studie met een zo groot mogelijk draagvlak en acceptatie bij de doelgroep.

1.5 Projectorganisatie

Oprachtgevers en financiers van het onderzoek zijn het Centrum voor Immobilisatie (CIM) en de Provincie Zuid-Holland. Een begeleidingscommissie, samengesteld uit betrokken partijen en deskundigen, begeleidt het onderzoek. De commissie bestaat uit de volgende leden:

Guus van de Berghe – AOO
Michiel Gadella – SCG
Robert-Jan Saft - IVAM
Leon van Arendonk – NVIP
Pieter Lanser – ENCI
Jaap van der Bom - NVPG
Leonard Bijlsma - NVPG
Hans Breukelman – NVIP
Sacha Heijblom – VROM
Willem Willart- VROM
Wim Munters – VROM
Martijn Thijsen - VROM
John Veldhoven – Provincie Zuid-Holland
Erwin Vega - CUR (Secretaris)
Gert van der Wegen – CIM (Voorzitter)

Rapporteur is DHV, die tot taak heeft om de gegevens te verzamelen, de analyse uit te voeren en de resultaten van de analyse en bijdragen van betrokkenen te rapporteren.

Het project is uitgevoerd in 4 stappen:

1. Startbijeenkomst.
2. Verzamelen van gegevens, uitwerken en vaststellen van doel, afbakening en uitgangspunten en de belangrijkste aandachtspunten voor gevoeligheidsanalyse. Een bijeenkomst van de begeleidingscommissie waarin deze fase wordt afgerond en commentaar van de extern LCA deskundige wordt ingebracht.
3. Analyse en gevoeligheidsanalyse van de gegevens, commentaar van de extern LCA deskundige op de voorlopige resultaten, eventuele aanvullende gegevensverzameling, rapportage van de concept resultaten en bespreking in de begeleidingscommissie.
4. Eindrapport naar aanleiding van de mondelinge en schriftelijke commentaren.

1.6 Leeswijzer

Het onderliggende rapport bevat 5 onderwerpen:

1. Inleiding, doel, doelgroep en werkwijze. Deze zijn beschreven in de voorgaande paragrafen.
2. De afbakening en algemene uitgangspunten van de studie. Deze worden behandeld in hoofdstuk 2.
3. De verzameling en bewerking van gegevens van de onderzochte processen, beschreven in hoofdstuk 3.
4. De resultaten van de analyse en de gevoeligheidsanalyse, in hoofdstuk 4.
5. De conclusies in hoofdstuk 5.

2 AFBAKENING EN UITGANGSPUNTEN VAN DE STUDIE

2.1 Overheidsbeleid ten aanzien van grondverwerking

Het beleid voor ernstig verontreinigde grond is gericht op reiniging via de daarvoor meest geëigende methode tot, als bodem of bouwstof, herbruikbare grond en goede controle op de grondstromen. Ernstig verontreinigde grond, mag, gelet op risico's voor het milieu en de volksgezondheid, na ontgraven slechts na reiniging worden teruggebracht in het milieu of de economische kringloop².

Het storten van reinigbare grond is niet toegestaan. Het Service Centrum Grond beoordeelt op grond van de ministeriële regeling "Beoordeling Reinigbaarheid Grond Bodemsanering 2000" of ernstig verontreinigde grond al dan niet reinigbaar is. Het verwerken van grond in een grondreinigingsinstallatie wordt beschouwd als een handeling van nuttige toepassing, waarbij de gereinigde grond (d.w.z. de zandfractie), weer als grond kan worden ingezet. Bij immobilisatie ontstaat een product dat niet langer als grond kan worden beschouwd [1]. Het is een bouwstof geworden die kan worden ingezet in de Grond- Water en Wegenbouw (GWW).

Door de beleidsmakers wordt immobilisatie vanuit het beleidsstandpunt "grond moet grond blijven" als laagwaardiger beschouwd ten opzichte van gereinigde grond. Hierdoor is binnen de begeleidingscommissie de discussie ontstaan op welke wijze dit beleidsstandpunt tot uiting moet komen in het LCA-onderzoek. Naar aanleiding van gerichte vragen van de rapporteur hebben de leden die namens VROM in de begeleidingscommissie zitting hebben, een toelichting gegeven op het beleidsstandpunt [2] [3]:

Verontreinigde grond is een bijzondere afvalstof. Om te beginnen komt verontreinigde grond niet vrij als bijproduct van een productieproces, maar bij het ongedaan maken van in het verleden ontstane verontreiniging van het milieucompartiment bodem. De afvalstof zelf maakt voorafgaand aan het ontgraven deel uit van dat milieucompartiment; het is bodem. Daarom is op verontreinigde grond naast het afvalstoffenbeleid het bodembeleid van toepassing. Vanuit die optiek is het ongedaan maken of vermindering van de verontreiniging van de bodem (en de daaruit ontgraven grond) een belangrijk uitgangspunt.

Vanuit dat perspectief wordt de toepassing van geïmmobiliseerde grond als laagwaardiger beschouwd dan het toepassen van gereinigde grond. Bij immobilisatie is de verontreiniging weliswaar geïmmobiliseerd maar nog steeds aanwezig. Tijdens de tweede of derde levenscyclus ontstaat er wederom zorg voor de geïmmobiliseerde afvalstof. Als grond gereinigd is, is deze zorg er minder. De verontreiniging is immers volledig of deels verwijderd en wordt bijvoorbeeld

² Het NVPG stelt dat hier wel uitzonderingen zijn en dat ernstig verontreinigde grond in bepaalde gevallen wel mag worden teruggebracht in het milieu mits in hetzelfde werk of de directe omgeving.

afgevoerd naar een stortplaats. Wat ook meespeelt in deze voorkeur is dat gereinigde grond breder toegepast kan worden ook op lange termijn. Gereinigde grond kan ingezet worden als bodem of als bouwstof. Voor geïmmobiliseerde grond geldt dat inzet als bodem nooit meer mogelijk is. In de praktijk wordt veel grond als bouwstof in werken toegepast, echter de mogelijkheid om de grond toe te passen als bodem blijft bestaan.

De bovenstaande aspecten zullen voor een deel terug te vinden zijn in de LCA-resultaten. In de LCA wordt het effect van verontreinigingen over een lange termijn bekeken. Dit betekent dat naast het uitloggen van immobilisaten en de volgende levenscycli van het immobilisaat, ook bij het toepassen van gereinigde grond en het storten van de overige verontreinigingen (het reinigingsresidu) zorg blijft bestaan over de eventuele lange termijnverspreiding van verontreinigingen. In beide verwerkingsprocessen worden de verontreinigingen geïsoleerd uit het milieu (door concentreren en storten of door immobiliseren) en de vraag blijft dus welke wijze het meest effectief is op de lange termijn. De keuze van de tijdshorizon voor de verschillende verwerkingsprocessen kan hiermee van doorslaggevende betekenis zijn. De waarden uit het MER-LAP zijn gehanteerd in de basisanalyse en in de gevoeligheidsanalyse is een alternatieve keuze worden doorgerekend.

Door uitsparing van materiaal (primair of secundair) wordt het milieukundige voordeel van hergebruik of nuttige toepassing verdisconteerd. Wanneer secundair materiaal wordt uitgespaard, levert dit over het algemeen minder milieuwinst op dan uitsparing van primair materiaal, omdat het productieproces van secundair materiaal over het algemeen minder milieubelastend is. Bovendien is vaak sprake van verdringing: het ene secundaire materiaal spaart het andere uit, waardoor de netto uitsparing op primair materiaal niet toeneemt en er dus ook geen milieuvoordeel is. In deze studie is het uitgangspunt van het MER-LAP, namelijk het uitsparen van secundair materiaal levert geen netto milieuwinst, overgenomen, tenzij uit de analyse van gegevens blijkt dat de uiteindelijke uitsparing primair is.

De economische waarde of schaarsheid van grondstoffen komt alleen tot uitdrukking in een milieubeoordeling indien er een duidelijke relatie is tussen de economische en milieukundige aspecten, bijvoorbeeld omdat de winning van de grondstof energie- of materiaalintensief is. Ook de voordelen van een groter toepassingsgebied van grond boven immobilisaat worden alleen zichtbaar indien er een relatie is met kwantificeerbare milieu-effecten. De bredere inzetbaarheid van grond is als zodanig geen milieuthema.

Voor het overige zullen dergelijke aspecten in de uiteindelijke overweging van de beleidsmakers naast de LCA resultaten moeten worden gezet om een volledig beeld te krijgen van de gelijkwaardigheid van beide technieken.

2.2 Grondstromen in Nederland

Grond die vrijkomt bij bijvoorbeeld de aanleg van werken kan worden ingedeeld in 4 partijen [4] [5]:

1. Schone, herbruikbare grond.
2. Grond die voldoet aan de categorie 1 en 2 van het bouwstoffenbesluit. Deze is toepasbaar in werken.
3. Verontreinigde, reinigbare grond. Deze kan worden gereinigd, waarbij een groot deel van de organische en anorganische verontreinigingen wordt verwijderd. Voor een deel van deze grond geldt dat immobilisatie ook mogelijk is.
4. Verontreinigde, niet reinigbare grond. Deze kan worden geïmmobiliseerd of moet worden gestort, wanneer immobilisatie niet mogelijk is.

In dit onderzoek wordt gekeken naar het derde type grond, waarbij de analyse is gericht op het meest voorkomende grondtype dat in aanmerking komt voor zowel reiniging als immobilisatie.

Verwerking	Omvang (tonnen)
Thermische reiniging ³	725.000
Biologische reiniging	265.000
Natte reiniging	855.000
Immobilisatie ⁴	150.000-250.000
Storten ⁵	550.000
Hergebruik ongereinigd	9.000.000
Hergebruik gereinigd	1.500.000

Tabel 1.1: Totale omvang grondstromen in NL (Totalen voor 2001, Bron SCG)

De meest gangbare reinigingstechniek die wordt toegepast op grondtypen die ook in aanmerking kunnen komen voor immobilisatie, is extractieve/natte reiniging. Thermische reiniging wordt buiten beschouwing gelaten, omdat verontreinigde grond die geschikt is voor thermische reiniging vanwege het voorkomen van organische verontreinigingen over het algemeen niet geschikt is voor immobilisatie.

Bij natte reiniging wordt schoon en licht verontreinigd zand geproduceerd. Het aandeel licht verontreinigd zand (categorie 1 volgens het bouwstoffenbesluit) is hierbij volgens de NVPG 80%.

De hoeveelheid verontreinigde grond die in de huidige situatie wordt geïmmobiliseerd fluctueert, waardoor moeilijk exacte hoeveelheden kunnen worden aangegeven⁶. Bij immobilisatie worden naast verontreinigde grond ook andere afvalstromen

³ Cijfers NVPG voor thermisch, biologisch en nat) alleen leden, in de praktijk liggen volgens het NVPG de cijfers voor biologisch en nat reinigen ca. 20-30% hoger

⁴ Schatting SCG op basis van informatie van de branches (immobilisatie en ongereinigd hergebruik)

⁵ Cijfers VvAV en SCG

⁶ De cijfers voor immobilisatie hebben alleen betrekking op niet reinigbare grond. Immobilisatie van reinigbare grond komt in de huidige praktijk niet of nauwelijks voor (bron NVIP).

geïmmobiliseerd. Het aandeel van de verontreinigde grond in de totale hoeveelheid is 95 % [6].

Momenteel wordt jaarlijks 855.000 ton verontreinigde grond gereinigd door middel van natte reiniging. Uit de analyse van het SCG (zie 2.5.2) is gebleken dat 58% van de nat reinigbare grond, dat wil zeggen circa 500.000 ton reinigbare grond, op basis van de huidige criteria (technisch/economisch) ook in aanmerking kan komen voor immobilisatie. Dit betekent dat het potentieel voor immobilisatie op basis van de gegevens van 2001 op circa 700.000 ton ligt.

2.3 Extractieve reiniging

Bij natte of extractieve grondreiniging wordt een groot deel van de verontreinigende stoffen verwijderd op de volgende manieren:

1. Door het concentreren in een kleiner volume van de grond door middel van deeltjesscheiding. Deeltjesscheidingsmethoden zijn in het algemeen gebaseerd op het scheidingsprincipe van deeltjesgrootte en/of dichtheid. Daarnaast wordt gescheiden op basis van bijvoorbeeld magnetische en/of oppervlakte eigenschappen. Het concept van het verminderen van verontreiniging door middel van deeltjesscheiding is gebaseerd op het feit dat de meeste (organische én anorganische) verontreinigende stoffen de neiging hebben zich (chemisch en/of fysisch) te binden aan het oppervlak van deeltjes, met name de fijne (silt en klei) deeltjes en de organische stof. De silt- en kleideeltjes zijn weer aan de grovere delen gehecht (fysisch) door verdichting en cohesie;
2. Door additionele reiniging van het (zand)product met nageschakelde technieken als: (1) gravitatieve scheiding (spiraal); (2) flotatie; (3) magnetische scheiding.
3. Door het oplossen in de waterfase. De verontreiniging gaat hierbij over van de vaste fase naar de vloeibare fase. Dit type techniek wordt 'extractie' genoemd.

De meeste natte grondreinigingstechnieken combineren deze principes waarbij deeltjesscheiding de belangrijkste stap is.

Parameter	Selectiegrens (maximum)
Residu (humus + minerals < 63 µm)	35-40 %
Cu, Zn, Pb, Cd, Cr	20-40 maal Interventiewaarde
Ni, Hg, As	5-10 maal Interventiewaarde
PAK	20-40 maal Grenswaarde Bsb
EOX	20-40 maal Grenswaarde Bsb
Minerale olie	50-100 maal Grenswaarde Bsb

Tabel 1.2: Toepassingsgebied extractieve/natte reiniging [5]

Extractieve (“natte”) reinigingsprocessen zijn geschikt voor het verwijderen van organische én anorganische verontreinigende stoffen uit grond. Daarom zijn deze processen geschikt voor het reinigen van partijen grond die een cocktail aan verontreinigende stoffen bevatten. Bij deze processen zijn veelal de te behalen eindconcentraties afhankelijk van de ingangconcentraties.

Natte reinigingstechnieken zijn met name geschikt voor het behandelen van zandige grond, omdat bij deze grond het aandeel af te scheiden fijne delen gering is. Naarmate het aandeel fijne delen in de te reinigen grond toeneemt, neemt de doelmatigheid van natte reiniging af omdat de verontreiniging zich concentreert in de fijne delen, die als residu moeten worden gestort.

2.4 Koude immobilisatie

Koude immobilisatie wordt met name toegepast op zandige of lemige grond die verontreinigd is met metalen of cyaniden. Het type verontreiniging (metalen) in combinatie met de textuur zijn hierin bepalend. Het aanwezige zand zorgt namelijk voor de sterkte van het immobilisaat. Het Bouwstoffenbesluit limiteert vooralsnog de samenstelling van organische verontreinigingen, waardoor koude immobilisatie van grondsoorten met hoge concentraties organische verontreinigingen op dit moment nog niet aan de orde is.

In Nederland komt immobilisatie met behulp van organische bindmiddelen (thermoplasten of thermoharders) vrijwel niet voor. Bij koude immobilisatie met anorganische bindmiddelen worden eventueel chemische stabilisatiemiddelen (bijvoorbeeld silicaat) aan de grond toegevoegd, waarna de grond wordt geïmmobiliseerd door toevoeging van cement of kalk.[4]

Bij de koude immobilisatie wordt grond in een menger samengevoegd met een bindmiddel (bijvoorbeeld cement; eventueel met additieven). Het mengsel wordt daarna verdicht, vormgegeven en uitgehard. De uiteindelijke vorm van het immobilisaat kan variëren van granulaat (korrels) tot een stabilisatielaag of beton. De cementsteen vormt een matrix waarin chemische componenten worden vastgelegd. Zo wordt de verspreiding van milieugevaarlijke componenten voldoende verminderd, en voldoen de immobilisaten aan de eisen van het Bouwstoffenbesluit. Bij immobilisatie ontstaat geen restafval. Het is mogelijk het product later op te breken en opnieuw met cement te binden of als (gebroken) granulaat weer toe te passen in een volgende cyclus.

Parameter	Selectiegrens (maximum)
Organische stof	10 %
Fractie < 63 µm	40 % (gemiddeld)
PAK	90 mg/kg d.s.
EOX	4 mg/kg d.s.
Minerale olie	600 mg/kg d.s.

Tabel 1.3: Toepassingsgebied immobilisatie⁷.

⁷ informatie CIM/NVIP

Voor immobilisatie bestaat voor zware metalen geen maximumgrens in de samenstelling. Voor alle overige parameters bestaat een limiet tot maximaal grenswaarde voor bouwstoffen uit het bouwstoffenbesluit. De samenstellingsgrenzen van PAK, EOX en Minerale olie uit het Bouwstoffenbesluit zijn vermenigvuldigd met een factor 1,2 omdat de toeslag van cement en de binding van water meetelt in het gehalte aan droge stof.

In de praktijk zullen de verschillende verwerkers zowel voor immobilisatie als voor reiniging hun eigen methode hanteren. In de analyse wordt uitgegaan van de meest representatieve techniek, waarbij van beide processen de meest gangbare variant of een representatief gemiddelde wordt meegenomen, om een duidelijk resultaat te kunnen presenteren (zie hoofdstuk 3).

2.5 Functionele eenheid

2.5.1 Vaststellen van de overlap van de toepassingsgebieden

Uitgangspunt voor de vergelijking is 1 ton ernstig verontreinigde, reinigbare grond, die zowel geschikt is voor immobilisatie als voor extractieve reiniging.

De vraag welke typen grond zowel geschikt zijn voor immobilisatie als voor extractieve reiniging is niet eenvoudig te beantwoorden. Voor immobilisatie geldt dat, naarmate de grond meer fijn en organisch materiaal bevat, de verwerking moeilijker wordt doordat er meer behoefte ontstaat aan toeslagstoffen. Daardoor wordt de verwerking duurder waardoor deze op enig moment niet meer commercieel aan te bieden is aan klanten. Geschikt is in die zin slechts een bedrijfseconomisch begrip. Hetzelfde geldt voor reiniging. Naarmate grond meer fijn en organisch materiaal bevat ontstaat er meer residu dat naar de stortplaats moet hetgeen ook kosten met zich meebrengt⁸.

In de praktijk zal de keuze voor een specifieke reinigingstechniek samenhangen met meerdere factoren:

- Bedrijfseconomische aspecten.
- Technische mogelijkheden in samenhang met de samenstelling van de grond.
- Overige politieke of beleidsmatige overwegingen.

Binnen de begeleidingscommissie is discussie ontstaan over de vraag of de studie zich moet beperken tot immobilisatie en reiniging van reinigbare grond die mobiele anorganische verontreinigingen bevat, of dat ook reinigbare grond met gebonden anorganische verontreinigingen tot de scope van de studie behoren. Volgens BAG⁹ wordt immobilisatie in de praktijk ook wel toegepast op verontreinigde grond, die weinig tot geen mobiele verontreinigingen bevat. Immobilisaat wordt beschouwd als een cementgebonden fundering die kan worden gemaakt uit grond; de aanwezigheid en mobiliteit van de verontreiniging bepaalt slechts de soort en hoeveelheid toeslagstoffen.

⁸ Respons op de enquête van Hans Breukelman, BAG/NVIP

⁹ Persoonlijke mededeling Hans Breukelman, BAG, november 2003

Als uitgangspunt voor de milieuanalyse wordt gehanteerd dat de overlap van de toepassingsgebieden van beide technieken op basis van de criteria van het SCG het huidige potentieel aangeeft voor grond die met beide technieken kan worden verwerkt. De beoordeling van het nut of de noodzaak van een specifieke verwerking valt buiten het kader van deze studie.

2.5.2 Samenstelling van grond die reinigbaar en immobiliseerbaar is

De keuze van de samenstelling van de verontreinigde grond die wordt beschouwd in de LCA analyse heeft met name invloed op:

1. De benodigde intensiteit van de reiniging. Dit kan effect hebben op de benodigde nageschakelde technieken, het energieverbruik, het reinigingsrendement en de samenstelling van het residu.
2. De benodigde hoeveelheid toeslagstoffen voor immobilisatie.
3. De uitloging van stoffen uit het immobilisaat, de gereinigde grond en het gestorte residu.

Door het SCG is een samenstelling uitgewerkt op basis van de beschikbare gegevens. De hier volgende uiteenzetting is een samenvatting van de analyse uit de notitie van het SCG (Zie bijlage 1).

Aangezien de wettelijke taken van het SCG betrekking hebben op partijen grond waarvan aanbieders voornemens zijn deze te storten beschikt het SCG over een representatieve en betrouwbare database over te storten grond in Nederland. Voor de reinigbare grond heeft het SCG vanuit de wettelijke taak niet de beschikking over een volledig representatieve database.

In het verleden (periode 1997-2000) heeft het SCG vanuit een andere taak wel een database opgebouwd. In genoemde periode werd grond afkomstig uit Wbb gefinancierde saneringsprojecten via het SCG gereinigd bij procesmatige grondreinigingsbedrijven. Alle in die periode gereinigde grond is voorafgaand aan de reiniging middels het 2*50 grepen per max. 2000 ton protocol ingekeurd. In totaal zijn 179 deelpartijen, tezamen goed voor 190.968 ton nat gereinigde grond in de database opgenomen. De database is door het SCG geanalyseerd om een representatieve samenstelling te geven voor het gecombineerde toepassingsgebied.

Ten aanzien van de representativiteit van deze database – en dus ook de resultaten van de analyse – voor de nat te reinigen grond in Nederland dienen de volgende voorbehouden te worden gemaakt:

- de database is gevuld met grond die afkomstig is uit Wbb gefinancierde projecten. Gevolg voor de representativiteit kan zijn dat relatief zwaarder verontreinigde partijen in de database zijn opgenomen;
- de database is gevuld in de periode 1997-2000. In deze periode was er minder aandacht voor mobiele contaminanten dan in de huidige praktijk. Gevolg voor de representativiteit kan zijn dat relatief meer mobiele verontreinigingen in de database zijn opgenomen;

- in de periode 1997-2000 was er minder aandacht voor asbest dan nu. In de database zijn daarom geen asbestverontreinigde partijen opgenomen. Op basis van marktinformatie schat het SCG dat nu 15-25 % van de nat te reinigen grond (mede) gereinigd wordt op basis van asbest. Deze grond komt niet in aanmerking voor immobilisatie;
- de database omvat ca. 5 % van de nat gereinigde grond uit de genoemde periode en kan alleen daarom al niet als volledig representatief worden beschouwd;
- in de database zijn uitsluitend de 8 zware metalen, cyanide, EOX, PAK en minerale olie opgenomen. Een zeker gedeelte van de nat te reinigen grond wordt tevens gereinigd op andere contaminanten. Veelal betreft dit organische contaminanten die de toepasselijkheid van immobilisatietechnieken beperken.

Mogelijkerwijze zijn er nog meer voorbehouden te maken op de representativiteit van de database. Omdat aanvullende gegevens van natte grondreinigers binnen het kader van deze studie niet beschikbaar zijn gekomen, is de representativiteit van de gepresenteerde samenstelling niet getoetst. De berekende gemiddelde samenstelling van grond die geschikt is voor immobilisatie en reiniging heeft echter geen invloed op de resultaten van de LCA (zie hoofdstuk 3).

Op basis van het toepassingsgebied van immobilisatie is door het SCG beoordeeld in hoeverre de nat reinigbare partijen grond uit de database op technische gronden in aanmerking komen voor immobilisatie. Uit de analyse blijkt dat 58% van de nat reinigbare grond tevens in aanmerking komt voor immobilisatie.

Voor de in de database opgenomen contaminanten zijn de gemiddelde gehalten (in mg/kg ds) de minima en maxima alsmede de 5 en 95 percentiel waarden bepaald voor de totale partij nat reinigbare grond en voor de “cross-sectie”, dat wil zeggen de partij grond die voor beide verwerkingstechnieken in aanmerking komt (zie tabel 3 en 4 bijlage 1). Voor de gereinigde grond zijn ook de gehalten na reiniging en de rendementen opgenomen (tabel 5).

Uit de tabellen valt op te maken dat bij de reiniging van natte grond gemiddeld ca. 16 % residu vrijkomt. Op verzoek van de begeleidingscommissie zijn de reinigingsrendementen van het NVPG voor individuele componenten gebaseerd op de huidige praktijk toegevoegd in tabel 5.

Met de huidige beschikbare gegevens is het echter niet mogelijk om de uitloging van residu en gereinigd zand vast te stellen aan de hand van de samenstelling. Door het NVPG zijn enkele gegevens verstrekt met betrekking tot uitloging van residu en gereinigd zand¹⁰, maar deze gegevens kunnen niet worden gerelateerd aan een specifieke samenstelling. Dit betekent dat met de huidige gegevens slechts algemene resultaten voor uitloging kunnen worden vastgesteld.

¹⁰ Het NVPG werkt aan een inventarisatie van de gegevens voor gereinigde grond. Eind 2004 zullen er meer representatieve gegevens met betrekking tot de samenstelling en uitloging van gereinigd zand beschikbaar komen.

2.6 Methodologie

In de LCA wordt gebruik gemaakt van een methode die emissies en andere ingrepen in het milieu (bijvoorbeeld landgebruik), ten gevolge van menselijk handelen, vertaald naar specifieke milieu-effecten. De verschillende effecten samen vormen een milieuprofiel van een proces of een verzameling processen, waaraan de milieubelasting van dit proces kan worden afgelezen.

In de werkwijze is zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die het AOO heeft gevolgd ten behoeve van de beoordeling van het LAP. Door de AOO zijn de ISO normen voor LCA in grote lijnen gevolgd, wat betekent dat hun werkwijze kan worden overgenomen. Om de studie een zo objectief mogelijk karakter te geven, zijn de ISO normen als uitgangspunt gehanteerd.

Karakterisatie van milieu-effecten

In de methodiek van het AOO voor het LAP wordt uitgegaan van de meest geaccepteerde en breed gedragen methodiek die wordt toegepast in Nederland voor dergelijke LCA onderzoeken, namelijk de LCA2 methodiek van het CML, waarbij voor de toxiciteitscategorieën een tijdshorizon van oneindig wordt aangehouden, conform de aanbevolen werkwijze [32] en voor broeikas-effect een tijdshorizon van 500 jaar, zoals dit ook in het MER LAP is gedaan. De kwantificering van landgebruik is geanalyseerd door gebruik te maken van de methode die door TNO [31] voor RWS DWW is ontwikkeld om de effecten van fysische ingrepen op ecosystemen te kwantificeren:

In onderstaande tabel worden de effectcategorieën uit LCA-2 en de aanvulling voor landgebruik die binnen deze studie zijn uitgewerkt opgesomd.

Effect
Uitputting van abiotische grondstoffen
Klimaatverandering (broeikas-effect, tijdshorizon 500 jaar)
Ozonlaagaantasting
Fotochemische oxidantvorming (smog)
Verzuring
Vermesting bodem
Vermesting water (zoet water)
Humane toxiciteit
Ecotoxiciteit bodem
Ecotoxiciteit water (zoet water)
Landgebruik (biodiversiteit) (vergelijkbaar met EOav, av uit de TNO methodiek)
Landgebruik (life support) (vergelijkbaar met Lonpp" uit de TNO methodiek)

Naast de CML effecten in de methodiek van het LAP wordt nog een aantal extra ingreepgerichte categorieën toegevoegd, te weten:

- Waterverbruik
- Energieverbruik
- Fysiek ruimtebeslag
- Finaal te storten afval

Omdat de milieubelasting van deze categorieën in principe al zijn gedekt door de CML categorieën bemoeilijkt het een zuivere interpretatie van de resultaten. Bovendien is het gebruik van categorieën die elkaar overlappen, waardoor dubbel telling van effecten ontstaat ook volgens ISO 14041 niet wetenschappelijk valide. In de analyse worden deze ingreepgerichte categorieën daarom apart gepresenteerd.

Normalisatie en weging

In aanvulling op de karakterisatie van milieu-effecten kunnen LCA resultaten ook worden genormaliseerd en gewogen. Deze stappen worden uitgevoerd om de interpretatie van de resultaten te verbeteren.

Normalisatie, het vergelijken van het milieuprofiel met een referentie (bijv. de totale Nederlandse milieubelasting), is een optionele stap in de ISO-eisen en wordt in de meeste studies uitgevoerd om het belang van een bepaald effect ten opzichte van andere effecten te kunnen geven. Het AOO heeft specifiek voor het LAP een normalisatie voor Nederland ontwikkeld die is gebruikt voor deze studie [7].

Weging van effectcategorieën, zodat alle milieubelasting kan worden opgeteld tot 1 score, is subjectief en leidt daarom vaak tot discussie. Binnen ISO-14041 is weging voor publieke vergelijkingen in principe niet toegestaan. In openbare vergelijkingen wordt weging daarom niet vaak toegepast. In het LAP zijn 7 verschillende weegsets ontwikkeld om de resultaten van de studie beter te kunnen beoordelen. Naast de resultaten voor ongewogen scores worden de gewogen scores volgens het MER LAP apart gepresenteerd.

2.7 Systeemgrenzen en allocatie

Specifieke systeemgrenzen bij de productie van secundaire grondstoffen

Bij de verwerkingsprocessen ontstaan producten en/of reststoffen, die vaak nuttig kunnen worden toegepast. De processen kunnen enerzijds beschouwd worden als afvalverwerkingsproces, maar zijn tevens productieproces voor nieuwe producten. Er is hier sprake van vermeden winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen, zodat, conform de werkwijze van AOO, negatieve milieu-ingrepen worden toegerekend [7].

Complicerend in de vergelijking is dat de processen als afvalverwerkingsproces gelijkwaardig zijn, maar dat ze als productieproces, zeer verschillende producten opleveren (gereinigd zand, funderingsmateriaal) die elk een heel eigen nieuwe toepassing hebben.

Bij de immobilisatie van grond met cement kan worden gesteld dat productie en transport van een ander gangbaar type fundering wordt uitgespaard. Wanneer het door immobilisatie verkregen funderingsmateriaal gelijkwaardig is aan primair geproduceerd funderingsmateriaal, wordt conform de werkwijze van AOO, de volledig primaire productie van funderingsmateriaal uitgespaard. Dezelfde redenering geldt voor gereinigd zand bij grondreiniging.

Hiernaast zijn de gevolgen van de toepassing van verkregen restproducten en secundaire grondstoffen meegenomen, voor zover de samenstelling en kwaliteit niet gelijkwaardig zijn aan de samenstelling en kwaliteit van primaire grondstoffen of producten. Dit betekent dat verschillen in de 2^e generatie toepassing moet worden meegenomen in de analyse. Het betreft hier voornamelijk uitloging van stoffen uit geïmmobiliseerde materialen en gereinigde grond.

Er wordt gerekend met een tijdshorizon van 100 jaar voor werken, waarbij effecten van het toepassen van secundaire materialen (funderingsmateriaal, gereinigd zand) worden meegenomen in de vergelijking. Hierbij is met name het uitlooggedrag van het geïmmobiliseerde materiaal van belang. In het LAP wordt uitgegaan voor een periode van 10.000 jaar voor de uitloging bij stortplaatsen en 100 jaar voor uitloging uit werken. Dit betekent dat bij het storten van restmateriaal van de extractie, een tijdshorizon van 10.000 jaar moet worden gehanteerd.

Dit betekent dat de milieubelasting van de systemen in grote lijnen als volgt is opgebouwd:

Milieubelasting van immobilisatie		Milieubelasting van natte reiniging	
+	Transport van verontreinigde grond	+	Transport van verontreinigde grond
+	Koude immobilisatie incl. productie van hulp- en toelagstoffen, energieverbruik en procesemissies	+	Natte reiniging, incl. productie van hulpstoffen, energieverbruik en procesemissies
-	Uitsparing van de productie en het transport van gelijkwaardig materiaal	-	Uitsparing van de productie en het transport van gelijkwaardig materiaal
+	Uitloging tijdens 100 jaar toepassing van het immobilisaat	+	Uitloging tijdens 100 jaar toepassing van het gereinigde zand
		+	Energie- en hulpstoffenverbruik van de stort tijdens de monitoringfase. Landgebruik gedurende 100 jaar en emissies ten gevolge van uitloging gedurende 10.000 jaar.

Tabel 2.2: Opbouw milieubelasting systemen

Algemene systeemafbakening

De volgende algemene systeemgrenzen, die gangbaar zijn voor de meeste soortgelijke LCA studies, worden gehanteerd in deze studie:

- De productie, onderhoud en afdanking van kapitaalgoederen (machines en gebouwen) worden niet meegenomen.
- Overhead (kantoren e.d.) wordt niet meegenomen
- Energie wordt in de 2^e orde meegenomen, dat wil zeggen inclusief productie, distributie en gebruik van energiedragers.

2.8 Beperkingen van de LCA studie

In de voorgaande paragrafen zijn enkele beperkingen van de studie al genoemd. De overige beperkingen van de LCA studie zijn:

- Alleen effecten die volgens gangbare LCA methodiek kwantificeerbaar zijn kunnen worden meegenomen (o.a. geluid, stank en hinder kunnen niet gekwantificeerd worden).
- De invloed van de marktsituatie (beschikbaarheid en schaarste van grondstoffen) en eventuele marktverschuivingen t.g.v. het grootschalig toepassen van immobilisatie worden in beginsel niet in de analyse meegenomen. Dit geldt niet voor gevallen waarbij economische allocatie noodzakelijk is om de milieubelasting van een proces of product te bepalen.
- Kostenaspecten kunnen in de analyse niet worden meegenomen.
- De beschikbaarheid en representativiteit van gegevens heeft een grote invloed op de kwaliteit van het eindresultaat. Wanneer met extrapolaties of schattingen moet worden gewerkt die een belangrijke invloed kunnen hebben op het eindresultaat, is dit in de gevoeligheidsanalyse nader onderzocht.

2.9 Samenvatting uitgangspunten functionele eenheid

De functionele eenheid is als volgt geformuleerd:

De huidige verwerking in Nederland, van 1 ton ernstig verontreinigde grond, die op basis van chemische en fysische samenstelling in aanmerking komt voor immobilisatie en natte reiniging, inclusief de toepassing van het verwerkingsproduct gedurende 100 jaar.

De samenstelling van de gemiddelde grond die op basis van de selectiecriteria voor immobilisatie en extractieve reiniging is bepaald, wordt gegeven in onderstaande tabel.

Verontreinigde Grond Immobiliseerbaar & Reinigbaar	Humus	Lutum	< 63 µm	Vocht	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb	CN	PAK- 10	EOX	Min. olie
Eenheid	%	%	%	%	mg/kg ds											
Minimum	1	1	3	4	2	2	1	10	1	0	0	3	1	0	0	7
Gemiddeld	4	4	14	14	69	16	83	258	14	7	2	176	45	19	0	166
Maximum	10	15	40	28	1650	150	500	1467	555	110	105	1250	175	75	3	490
Percentiel 5%	1	1	5	8	5	3	7	18	4	0	0	7	1	1	0	7
Percentiel 95%	8	12	29	22	294	48	251	748	18	64	6	484	161	70	2	405

Tabel 2.3: Samenstelling van verontreinigde grond (immobiliseerbaar & reinigbaar)

Momenteel wordt 855.000 ton verontreinigde grond gereinigd door middel van natte extractie. Uit de analyse van het SCG (zie 2.5.2) is gebleken dat 58% van de nat reinigbare grond, dat wil zeggen circa 500.000 ton reinigbare grond, op basis van de huidige criteria (technisch/economisch) ook in aanmerking kan komen voor immobilisatie.

Met betrekking tot de toepassingen van gereinigd zand en immobilisaat zijn de uitgangspunten voor de basisanalyse weergegeven in tabel 2.4 en 2.5. De achtergronden hierbij zijn beschreven in hoofdstuk 3.

Toepassing en tijdschorsion	
Transport naar plaats van toepassing	40 km van de reinigingslokatie
De toepassingen van het gereinigde zand	60% zand voor ophoging/aanvulling 25% zand voor zandcunet 5% fijn zand voor betonmortel 10% fijn zand in asfalt Uitsparing: 100% primair gewonnen zand (industriezand, riviertransport 225 km) Uitloging: 100 jaar
Toepassingshoogten	Ophoging/aanvulling 10 m Zandcunet 1 m Betonmortel 0,4 m Asfalt 0,2 m

Tabel 2.4: Toepassing van gereinigd zand

Toepassing en levensduur	
Transport naar plaats van toepassing	Aanname 40 km (analoog aan reiniging)
De toepassingen van het immobilisaat	<p>80% fundering: uitsparing van zand/cementstabilisaat per ton immobilisaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 760 kg primair zand • 40 kg cement (CEM III) • 25% op dikte asfaltlaag (56 kg per ton immobilisaat) <p>20% stortafdichting: uitsparing van zand/bentoniet mengsels per ton immobilisaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 182 kg primair zand • 18 kg bentoniet <p>Uitsparing transport materialen: 40 km</p>
Levensduur	Economische levensduur ca. 60 jaar i.v.m.renovaties, technische levensduur is langer. Uitloging berekend over 100 jaar
2 ^e cyclus	<p>Na 60 jaar hergebruik als granulaat in wegfundering op dezelfde plaats:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieverbruik van slopen en breken. • Uitsparing : betongranulaat, inclusief transport.

Tabel 2.5: Toepassing van immobilisaat

3 INVENTARISATIE

3.1 Inventarisatieproces

Om de LCA-berekeningen te kunnen uitvoeren worden zijn de volgende gegevens verzameld voor alle in de LCA meegenomen processen:

- Het energieverbruik.
- Het grondstoffen- en hulpstoffenverbruik.
- De emissies naar lucht, water en bodem en het landgebruik.
- Het transport van grond- en hulpstoffen en producten.
- De productie van afval.

Bij het verzamelen van gegevens is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van primaire bronnen. De gegevens zijn geïnventariseerd bij de verschillende belanghebbende organisaties middels vragenlijsten, volgens onderstaande tabel. De vragenlijsten zijn vrijwel volledig door alle partijen beantwoord, zodat representatieve gegevens voor de analyse voorhanden zijn.

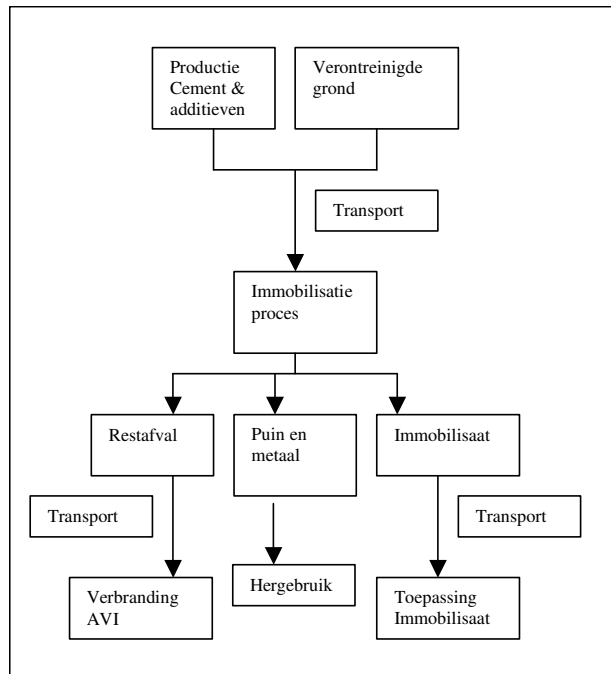
Naast gegevens uit primaire bronnen, worden gegevens uit literatuur en databases gebruikt. Een overzicht hiervan wordt gegeven in de referentielijst en de bijlagen.

Geïnventariseerd proces/aspect	Geraadpleegde primaire bronnen
Representatieve samenstelling grond incl spreiding in factoren die resultaten kunnen beïnvloeden (zand/organische fractie, gehalte metalen)	SCG
Extractie	Bronnen
Transport van verontreinigde grond naar reinigingslocaties: middel en gemiddelde afstand.	NVPG
Reinigingsproces: processtappen, energieverbruik, hulpstoffen, specifieke emissies	NVPG
Toepassing van gereinigde grond: vermeden emissies en uitloging	NVPG, TNO, BOG, INTRON, DHV
Storten van residu: uitloging	NVPG, AOO, INTRON, SCG
Koude immobilisatie	Bronnen
Transport van verontreinigde grond naar verwerkingslocaties: middel en gemiddelde afstand.	CIM, BAG/NVIP
Proces en receptuur: processtappen, stabilisatoren, cement, additieven.	CIM, BAG/NVIP
Toepassing van het immobilisaat: vermeden emissies	CIM, BAG/NVIP, DHV, INTRON
Toepassing van het immobilisaat: uitloging	CIM, BAG/NVIP, INTRON

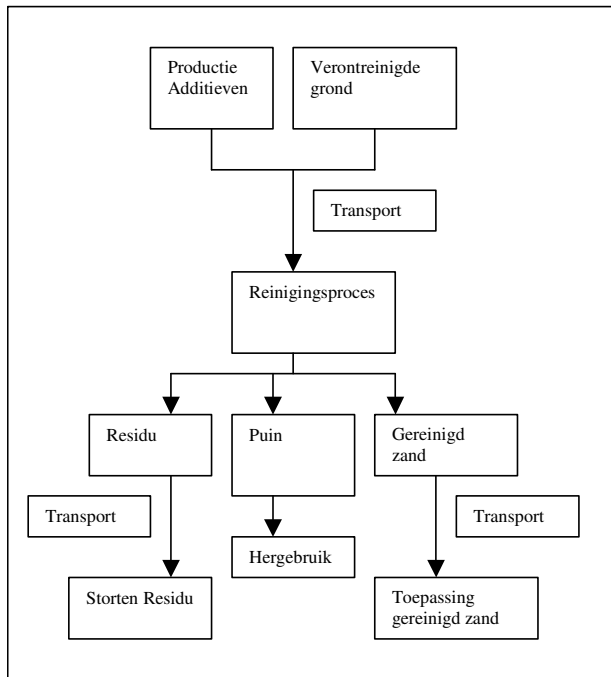
Tabel 3.1: Overzicht primaire bronnen

Een beschrijving van de specifieke procesgegevens en eventuele noodzakelijke aannamen, die zijn gebruikt voor de analyse, wordt gegeven in 3.3 tot en met 3.7. In bijlage 4 zijn de volledige ingreep tabellen voor de basisanalyse gegeven.

In figuur 3.1 en 3.2 zijn de procesbomen, waarin alle te beschouwen processen zijn opgenomen.



Figuur 3.1: Procesboom immobilisatie



Figuur 3.2: Procesboom reiniging

3.2 Datakwaliteitseisen

Voor wat betreft de kwaliteit van de gegevens, worden door ISO 14041 [15] eisen gesteld aan de volgende parameters:

1. De tijdsgebonden representativiteit ofwel ouderdom van de gegevens: Er wordt gestreefd naar gebruik van gegevens van maximaal 5 jaar oud. De studie moet representatief zijn voor de huidige situatie.
2. De geografische representativiteit: De resultaten zijn representatief voor Nederland.
3. Technologische representativiteit: uitgangspunt is de huidige gangbare technologie.
4. De precisie (variatie) en compleetheid van de verkregen data. Gezien de beschikbare tijd voor dataverzameling wordt zoveel mogelijk gewerkt met bestaande gegevens uit de literatuur. Waar nodig worden deze aangevuld met gegevens van primaire bronnen. Aan de deskundigen uit de begeleidingscommissie wordt gevraagd de juistheid van de gebruikte gegevens te controleren, met name voor de voorgrondprocessen (d.w.z de reiniging en immobilisatie).
5. Reproduceerbaarheid: wordt gerealiseerd door middel van een transparant LCA-rapport, waarin de gebruikte data, relevante keuzes en aannames worden gerapporteerd.

3.3 Algemene uitgangspunten bij de analyse

1. In de praktijk is een deel van de toepassingen bij immobilisaat en gereinigd zand afgedekt door asfalt of beton. Uit onderzoeken binnen het Mammoetproject [25,26] is gebleken dat er een significante afname van de uitloging plaatsvindt wanneer het materiaal een bovenafdekking heeft. De onderzoekers kunnen echter geen kwantitatieve uitspraak doen over de specifieke reductie van uitloging onder afdekking [27]. In het bouwstoffenbesluit is bij een categorie 2 bouwstof een bovenafdekking vereist, waarbij een (theoretische) reductie van 90% van de uitloging wordt bewerkstelligd. Deze factor is niet onderbouwd met gegevens uit empirisch onderzoek, maar kan wel worden gebruikt om de invloed van bovenafdekking vast te stellen. Immobilisaat wordt voor 80% afgedekt onder asfalt. In de huidige berekening is de uitloging van de stortafdeling niet meegenomen. Voor gereinigd zand is de mate van afdekking in de praktijk echter veel moeilijker te bepalen, omdat er veel verschillende toepassingen zijn, waarbij de een wel en de ander geen (gedeeltelijke) bovenafdekking heeft. Voor gereinigd zand is ingeschat op basis van de informatie met betrekking tot toepassingen, dat de volgende waarden gelden:

- o 25% zandcunet 100% afgedekt
- o 60% ophogingen voor 50% afgedekt
- o 15% niet meegenomen in de berekening voor uitloging

In de basisanalyse is gerekend met deze waarden. In de gevoeligheidsanalyse is een berekening gemaakt waarbij de uitloging bij blote toepassing is berekend.

2. De berekening van uitloging met het model van het AOO, dat is gebaseerd op het bouwstoffenbesluit rekent resultaten van kolomproeven van niet vormgegeven bouwstoffen om naar emissies in de praktijk. Hierbij worden correctiefactoren, zgn. a-waarden toegepast om te corrigeren voor de normale uitloging van grond. Bij het toepassen van deze factoren resulteren de berekeningen voor gereinigd zand en residu in een nul-emissie. In de berekening van de emissiewaarden voor vormgegeven bouwstoffen conform het bouwstoffenbesluit zitten deze factoren niet. Voor de LCA analyse is dit verschil niet acceptabel, omdat de emissies op vergelijkbare wijze moeten worden berekend. Daarom zijn voor de analyses van uitloging de a-waarden op nul gesteld, waardoor de berekening van uitloging in feite voor alle processen gebaseerd is op uitloging in het lab. Deze keuze blijft een punt van discussie, omdat ook deze vergelijking niet helemaal zuiver is. In de gevoeligheidsanalyse is de consequentie van deze keuze onderzocht.
3. De transporten van de lokaties waar de grond vrijkomt naar de verwerkers zijn verschillend. Wanneer een deel van de grond die nu gereinigd wordt, in de toekomst geïmmobiliseerd gaat worden, waar we in de LCA vergelijking vanuit gaan, is het huidige aantal lokaties en transportafstanden niet erg relevant. Daarom worden standaardafstanden aangenomen voor het transport van grond en hulpstoffen. De invloed van deze keuze is geanalyseerd in de gevoeligheidsanalyse.
4. In het MER LAP wordt bij storten van finaal afval een tijdshorizon voor landgebruik gehanteerd van 100 jaar. In deze analyse is deze werkwijze overgenomen.

3.4 Samenstelling van de verontreinigde grond in relatie tot de praktijkgegevens

Het combineren met de berekende gemiddelde samenstelling uit de analyse van het SCG en de praktijkgegevens van de verwerkers tot vergelijkbare processen leidt tot een aantal discrepanties.

De gegevens van de reinigers gelden voor de verwerking van alle reinigbare grond, de gegevens van immobiliseerders gelden voor een veel kleinere hoeveelheid niet reinigbare grond en de gegevens van het SCG met betrekking tot de samenstelling zijn gebaseerd op oudere gegevens uit ander bronnen.

In de LCA wordt uitgegaan van reinigbare grond, die gereinigd of geïmmobiliseerd kan worden. Om een correcte vergelijking te maken moeten een aantal aannamen worden gedaan:

- Er zijn geen uitlooggegevens beschikbaar van de producten en reststoffen die ontstaan uit de “gemiddelde samenstelling” zoals deze is berekend door het SCG. De uitlooggegevens van de verwerkers zijn gebaseerd op de grond die door hen in het verleden verwerkt is. De samenstelling van deze grondtypen zullen allicht afwijken van de samenstelling die berekend is door het SCG. Dit betekent dat in de huidige berekening de gemiddelde samenstelling losstaat van de uitlogingsgegevens.
- De reinigingsrendementen per verontreiniging van de reinigers zijn lager dan de waarden die zijn gerapporteerd door het SCG voor de gemiddelde samenstelling. Dit heeft gevolgen voor de samenstelling van het residu, die gemiddeld hogere concentraties aan verontreinigingen bevat. Dit zou ook gevolgen moeten hebben voor de uitloging, maar hier geldt ook dat de uitlooggegevens niet gerelateerd zijn aan de gemiddelde samenstelling.
- De bepaling van de emissies van verontreinigingen uit gereinigd zand, immobilisaat en residu is gebaseerd op de emissies van de 8 belangrijkste metalen. De gegevens met betrekking tot de 19 stoffen die over het algemeen worden bepaald (15 metalen, 4 anionen, zie bijlage 3) zijn voor gereinigd zand vermoedelijk niet representatief, omdat ze zijn gebaseerd op 13 waarnemingen.[33]. Dit betekent dat een belangrijk deel van de verontreinigingen niet wordt meegenomen. Een analyse voor alle 19 stoffen wordt daarom uitgevoerd in de gevoeligheidsanalyse. De emissies van organische verontreinigingen uit gereinigd zand, immobilisaat en residu worden niet meegenomen in de analyse.

3.5 Gegevens verwerking door extractieve grondreiniging

De gegevens met betrekking tot het reinigingsproces zijn geïnventariseerd door middel van een vragenlijst aan NVPG. Hierbij zijn 7 bedrijven geïnterviewd, waarvan er 5 de vragen hebben beantwoord. De NVPG heeft de aangeleverde gegevens gemiddeld.

De processtappen variëren per reinigingsinstallatie. Een extractieve reinigingsinstallatie bestaat over het algemeen uit:

- Grof en fijn zeefinstallaties;
- Grindwasser / homogenisator
- Opstroomkolommen;
- Hydrocyclonen of separatoren;
- Magneetscheiding;
- Fluïdbedscheiding;
- Kool- en metaalspiraalscheiding (optioneel);
- Ontwateringszeef;
- Terugwincyclonen;
- Slibontwateringsinstallatie;
- Waterzuiveringsinstallatie;
- Diverse pompen en transportbanden.

Bovenstaande processtappen zijn representatief voor meer dan 80% van de Nederlandse installaties voor 2003. De specifieke procesgegevens zijn samengevat in de volgende paragrafen.

3.5.1 Transporten van het reinigingsproces

Transport	
Transport van verontreinigde grond voor reiniging (aanvoer)	100% wegtransport, 50 km 15% vrachtwagen 40t 65% vrachtwagen 28t 10% vrachtwagen 16t 8% containerwagen 2% zuigwagen
Transport van hulpstoffen	vrachtwagen 16t, aanname 15 km

Tabel 3.2: Transporten van het reinigingsproces

Voor containerwagen en zuigwagen zijn geen specifieke gegevens voorhanden. Deze zijn niet meegenomen in de berekening.

3.5.2 In- en outputs van het reinigingsproces

Onderstaande procesgegevens zijn gebaseerd op de input van 1 ton verontreinigde grond met een vochtgehalte van 14%. De vochtgehalten van de verschillende fracties zijn afkomstige van gegevens van het SCG [29]

Proces	
Energieverbruik	Totaalverbruik over alle processtappen gemiddeld 0,33 liter diesel (0,25-0,40) per ton input voor de laadschop. Elektriciteit reinigingsinstallatie 10 kWh per ton input (5-15 kWh per ton).
Waterverbruik	Het watersysteem is gesloten, er wordt geen afvalwater geproduceerd. Er wordt 0,05-0,06 m ³ regenwater per ton output verbruikt.
Hulpstoffen	Per ton input wordt gemiddeld 0,2 kg (0,1-0,3 kg) vlokmiddel (poly-electroliet) gebruikt.
Reststoffen	Per ton input ontstaat: Gewassen puin (hergebruik) 0,15 ton (0,1-0,2 ton). Residu: 0,22 ton (0,15-0,28) ton (incl. 47% vocht, reguliere stortplaats)
Overige emissies	Geen
Product	Per ton grond ontstaat gemiddeld 682 kg gereinigd zand (602-774, 10% vocht).

Tabel 3.3: Gegevens reinigingsproces

3.5.3 Toepassing van gereinigd zand

Bij de extractieve reiniging wordt gereinigd zand geproduceerd. Hiervan is na reiniging 20% schoon en 80% licht verontreinigd vallend binnen de categorie 1 bouwstoffen volgens het Bouwstoffenbesluit [23]. De toepassingen voor gereinigd zand zijn met name in de Grond- Weg en Waterbouw. Volgens de NVPG is de uitsparing in alle gevallen primair gewonnen zand.

Om vast te stellen wat de winning en herkomst van het zand is in deze toepassingen, zijn diverse bronnen geraadpleegd. [13,17,18,19, 21, 23]. De mogelijke toepassingen volgens deze bronnen zijn:

- Constructieve toepassing in zandcunet, met een toepassingshoogte tot 1 m, waarbij het zand voor het grootste gedeelte is afgedekt (door asfalt). Hierbij is de uitsparing over het algemeen primair zand, maar dit kan ook rivierzand of zand uit zoetwater winputten zijn, waarbij de bijdrage van het transport zeer verschillend kan zijn.
- Constructieve toepassing in ophoging en aanvulling bijvoorbeeld bij aansluitingen op kunstwerken, met een toepassingshoogte van maximaal 5 meter, waarbij het zand niet of gedeeltelijk is afgedekt. Hierbij zal de uitsparing over het algemeen ook primair zand zijn. Eventuele secundaire bronnen zijn zand uit baggerspecie of zeezand.
- Niet constructieve ophogingen of aanvullingen, bijvoorbeeld in geluidswallen of als deklaag of kern in dijken. Hierbij worden grote toepassingshoogten van meer dan 10 meter toegepast. De uitsparing hoeft hier niet primair te zijn, maar kan ook uit allerlei secundaire stromen bestaan (bijv. licht verontreinigde grond, gerijpte baggerspecie, grond cat. 1 met een negatieve waarde). Er vindt over het algemeen geen afdekking plaats (m.u.v. categorie 2 bouwstof).

Voor de basisanalyse worden de gegevens gebruikt op basis van de onderstaande tabel. In de gevoeligheidsanalyse worden naar aanleiding van bovenstaande gegevens ook alternatieve toepassingen en toepassingshoogten doorgerekend (zie hoofdstuk 4 en bijlage 2).

Toepassing en tijdshorion	
Transport naar plaats van toepassing	40 km van de reinigingslokatie
De toepassingen van het gereinigde zand	60% zand voor ophoging/aanvulling 25% zand voor zandcunet 5% fijn zand voor betonmortel 10% fijn zand in asfalt Uitsparing: 100% primair gewonnen zand (industriezand, riviertransport 225 km) Uitloging: 100 jaar
Toepassingshoogten	Ophoging/aanvulling 10 m Zandcunet 1 m Betonmortel 0,4 m Asfalt 0,2 m

Tabel 3.4: Toepassing van gereinigd zand

3.5.4 Uitloging gereinigd zand in toepassing

De uitloging van gereinigd zand bij de toepassing in werken is berekend met een op het bouwstoffenbesluit gebaseerd model van het AOO (zie bijlage 3) . Als tijdshorizon voor de toepassing is 100 jaar aangehouden. Voor de berekening is gebruik gemaakt van uitlooggegevens uit de literatuur voor 8 metalen [14]. Het uitlogingsmodel is aangepast, waarbij de a-waarden op 0 zijn gesteld, zodat de vergelijking met vormgegeven bouwstoffen en gereinigd zand op dezelfde uitgangspunten berust (zie 3.3. voor onderbouwing van deze keuze).

3.5.5 Stort en uitloging van het reinigingsresidu

De analyse is met name gebaseerd op de gegevens uit de achtergronddocumenten uit het MER LAP [7,8,9,10,11]

In Nederland zijn ca 30 stortplaatsen, conform de berekening van standaardafstanden afhankelijk van het aantal locaties volgens het AOO wordt 35 km als afstand gehanteerd.[8]

De dichtheid van het residu met 47% vocht is ca. 1400 kg/m³ [31] [34]. De storthoogte is 15 meter. Dit betekent dat voor 1400 kg/m³ 0,047 m² per ton residu in beslag wordt genomen. In het MER LAP is hiervoor 100 jaar aangehouden, d.w.z. 4,67 m²jr per ton gestort residu (dit is 0,57 m²jr op basis van droge stof per ton grond). Dit is ook in deze studie gehanteerd als uitgangspunt. [8]

Opvang van percolaat per ton gestort residu gedurende 15 jaar bij 300 mm/jr is bij een gemiddelde hoogte van de stort van 7,5 m gedurende deze fase 0,6 m3.

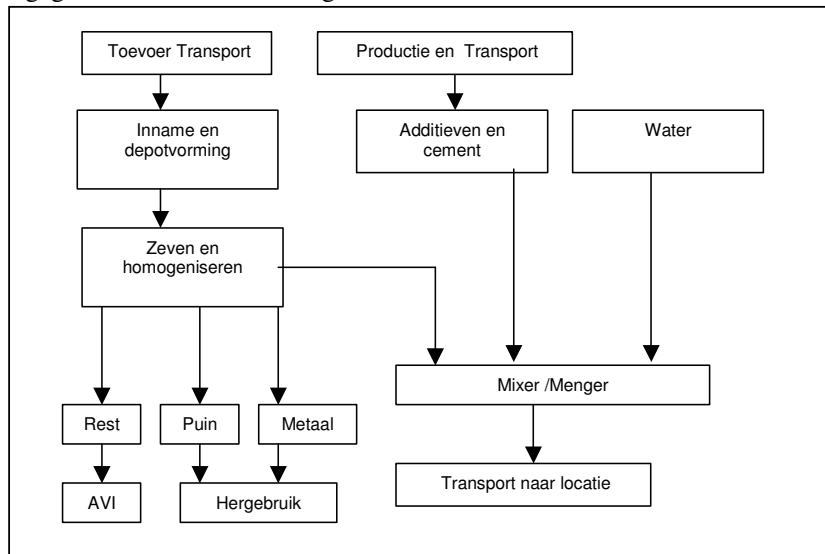
Met behulp van het uitlogingsmodel van het AOO en de uitlooggegevens van het NVPG is berekend wat de uitloging uit het residu is in 15 jaar bij onafgedekte stort en hoge infiltratie (300 mm/jr).(zie bijlage 3). Het uitlogingsmodel is aangepast, waarbij de a-waarden op 0 zijn gesteld, zodat de vergelijking met vormgegeven bouwstoffen en gereinigd zand op dezelfde uitgangspunten berust (zie 3.4. voor onderbouwing van deze keuze).

Met behulp van de gegevens uit de AOO rapporten is berekend wat de emissies door middel van productie en behandeling van percolaat zijn in de monitoringfase (15 jaar) van de stort. Ook zijn de emissies uit de stort met dit model berekend over een periode van 10.000 jaar met een infiltratie van 0,5 mm/jr. Uitgegaan is van een lekkage van 0,2% van het percolaat naar de bodem gedurende de monitoringfase. Het overige percolaat wordt gereinigd, waarbij de reinigingsrendementen zijn gegeven in [8]. Hieruit zijn de emissies naar water en bodem berekend. Voorts is het model van een RWZI uit het AOO rapport gebruikt, waarbij hulpstoffen en energieverbruik per ton afvalwater zijn gegeven. Per ton reinigingsresidu wordt 600 kg afvalwater gereinigd. Dit betekent 132 kg per ton grond.

Het energieverbruik van de stort t.g.v. inzet van materieel wordt in [9] geschat op 60 MJ per ton gestort materiaal. Dit is ook voor deze studie aangenomen. Per ton grond is dan voor het storten van 220 kg residu is dan 13,2 MJ nodig. Voor de productie en emissies van en de energierugwinning uit stortgas waren onvoldoende gegevens voorhanden om een berekening te kunnen maken.

3.6 Gegevens koude immobilisatie

De gegevens met betrekking tot het immobilisatieproces zijn geïnventariseerd door middel van een vragenlijst aan NVIP/BAG. Een overzicht van het immobilisatieproces wordt gegeven in onderstaande figuur.



De gegevens zijn samengevat in onderstaande tabellen. Vrijwel alle gegevens zijn bedrijfsgegevens en deze zijn representatief voor 90-100% van de markt.

3.6.1 Transporten

In onderstaande tabel zijn de gegevens met betrekking tot transport van verontreinigde grond en hulpstoffen voor het immobilisatieproces weergegeven.

Transport	
Transport van verontreinigde grond voor immobilisatie (aanvoer)	100% wegtransport, 15-20 km 50% vrachtwagen 40t 45% vrachtwagen 28t 5% vrachtwagen 16t
Transport van additieven	10 km, vrachtwagen 16t
Transport van cement	15 km, vrachtwagen 16t

Tabel 3.5: Transporten van het immobilisatieproces

Voor de analyse is om de uitgangspunten voor beide processen gelijk te trekken, als input voor transport van verontreinigde grond standaard 50 km aangenomen met een verdeling van transportmiddelen analoog aan het reinigingsproces. Voor additieven en cement wordt een transportafstand van 15 km gehanteerd. Bovenstaande gegevens worden gebruikt in een gevoeligheidsanalyse om de invloed van deze keuze op de resultaten te bepalen.

3.6.2 Het immobilisatieproces

De gegevens van het immobilisatieproces die zijn gebruikt in de basisanalyse, afkomstig van de NVIP, zijn samengevat in onderstaande tabel.

Receptuur	
Cement	CEM III, hoogovencement, gemiddeld 9% (5-11%)
Additief	Natriumsilicaat 340-380, 38% ds, 1%
Proces	
Processtappen	Zie figuur
Energieverbruik	Totaalverbruik over alle processtappen 0,518 liter diesel per ton grond voor laadschop, kraan en zeef. Elektriciteit menginstallatie 0,6 kWh per ton grond.
Waterverbruik	Proceswater is 100% regenwater
Reststoffen	Per ton grond ontstaat 28 kg puin, 1 kg metaal en 1 kg restmateriaal. Puin en metaal worden ingezet voor hergebruik en restmateriaal gaat naar de AVI.
Overige emissies	Geen
Product	Uit 1000 kg grond ontstaat 1070 kg immobilisaat

Tabel 3.6: Gegevens van het immobilisatieproces

3.6.3 Toepassing van immobilisaat

Door het NVIP is aangegeven dat de huidige uitsparing bij wegfundering bestaat uit een besparing op de primaire materialen zandcementstabilisaat en asfalt, omdat bij toepassing van immobilisaat de asfaltlaag dunner kan worden uitgevoerd. Bij stortafdichting is dit een eveneens primair zand/bentoniet stabilisaat. De gegevens van het NVIP zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Toepassing en levensduur	
Transport naar plaats van toepassing	Aanname 40 km (analoog aan reiniging)
De toepassingen van het immobilisaat	<p>80% fundering: uitsparing van zand/cementstabilisaat per ton immobilisaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 760 kg primair zand • 40 kg cement (CEM III) • 25% op dikte asfaltlaag (56 kg per ton immobilisaat) <p>20% stortafdichting: uitsparing van zand/bentoniet mengsels per ton immobilisaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 182 kg primair zand • 18 kg bentoniet <p>Uitsparing transport materialen: 40 km</p>
Levensduur	Economische levensduur ca. 60 jaar i.v.m.renovaties, technische levensduur is langer. Uitloping berekend over 100 jaar
2 ^e cyclus	<p>Na 60 jaar hergebruik als granulaat in wegfundering op dezelfde plaats:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieverbruik van slopen en breken. • Uitsparing : betongranulaat, inclusief transport.

Tabel 3.7: Toepassing van immobilisaat

Aangezien dit gegeven erg belangrijk is voor de analyse en voor een potentieel grotere toepassing van immobilisatie eventueel ook andere gangbare materialen zouden kunnen worden uitgespaard, is een aantal aanvullende bronnen geraadpleegd om de mogelijke alternatieven te onderzoeken. [13,16,18,19,22, 34].

Uit de informatie van deze bronnen blijkt dat:

1. De constructieve eisen aan een weg bepalen welke funderingsmaterialen worden toegepast. In de praktijk zijn de belangrijkste materialen niet per definitie primair [13]:
 1. Menggranulaat, (6,7 miljoen ton afzet in de wegenbouw in 1997)
 2. Asfaltcement stabilisaat uit secundair asfalt en cement (3 miljoen ton afzet in de wegenbouw in 1997)
 3. Zandcementstabilisaat (0,3 miljoen ton afzet in de wegenbouw in 1997)
 4. Hoogovenslakken
2. Uitsparing van (secundair) menggranulaat of betongranulaat (i.p.v. zandcement) in de praktijk ook voorkomt [18,19, 34]. Bij het verdringen van menggranulaat uitwegfundering ontstaat een (nog groter) overschot van dit materiaal. In het huidige beleid wordt ernaar gestreefd om dit overschot aan granulaat in te zetten in betonproductie of als ophoogmateriaal. In beide situaties wordt volgens [18] uiteindelijk bespaard op import (transport) van materialen (hoogovenslakken, grind) en winning van primaire materialen (zand, grind). Dit is echter geen gangbare praktijk.
3. Een uitsparing van asfalt bij toepassing van immobilisaat in verschillende typen fundering over het algemeen wel is gerealiseerd in recent uitgevoerde projecten [22], maar volgens deskundigen [18, 19] niet bij alle typen constructies gerealiseerd kan worden.

Conclusie is dat de uitsparing op zandcementstabilisaat en asfalt in de huidige praktijk gangbaar is, maar dat het wel gaat om een beperkt deel van de markt. Voor de huidige productievolumes van immobilisaat is vervanging van zandcementstabilisaat in combinatie met asfalt aannemelijk. In de basisanalyse worden de praktijkgegevens van het NVIP daarom gehandhaafd.

Bij een groter aanbod van immobilisatieproducten is uitsparing van andere (secundaire) grondstoffen ook mogelijk, waarbij de genoemde besparing op asfalt van 25% niet per definitie gerealiseerd wordt¹¹ [13, 18, 19, 34]. In de gevoeligheidsanalyse worden daarom een aantal alternatieve scenario's onderzocht, waarbij het effect van een verminderde uitsparing van asfalt wordt onderzocht door de uitsparing op nul te stellen.

3.6.4 Uitloging van immobilisaat

Bij berekening van de uitloging bij toepassing van immobilisaat in een werk wordt conform het Bouwstoffenbesluit en de werkwijze van het AOO in het LAP, een tijdshorizon gehanteerd van 100 jaar. Van NVIP/BAG zijn de gemiddelde uitlooggegevens opgegeven in mg/m² over 100 jaar. Voor wat betreft kobalt, koper, molybdeen, nikkel en sulfaat zijn deze gebaseerd op de diffusietest conform bouwstoffenbesluit. De uitloging van de overige metalen is gebaseerd op een omrekening van de kolomproef. Voor deze materialen blijkt namelijk de kolomproef altijd als

¹¹ Het NVIP stelt dat op basis van hun ervaring altijd asfalt wordt uitgespaard bij gebruik van immobilisaat.

resultaat op te leveren dat de uitloging ver onder de norm van het Bouwstoffenbesluit ligt. Daarom is het voor deze materialen niet nodig om de diffusietest te doen. Op basis van een gemiddelde laagdikte van het immobilisaat in funderingen van 40 cm en een soortelijk gewicht van gemiddeld 1,95 kg/dm³ is de uitloging per ton immobilisaat bepaald (zie bijlage 3).

3.7 Achtergrondprocessen

Afgezien van de gegevens voor primaire processen, zijn ook gegevens over milieu-ingrepen van onderliggende processen nodig. Het betreft hier o.a.:

- Productie van grond- en hulpstoffen (bijv. cement)
- Energieprocessen (productie en gebruik van elektriciteit en brandstoffen)
- Transportprocessen

Bij het selecteren van processen is met name gebruik gemaakt van de VLCA gegevens uit de betondatabase, zoals ook in het MER LAP is gebeurd. In een aantal gevallen is gebruik gemaakt van recentere of completere gegevens, wanneer deze voorhanden waren. In bijlage 5 wordt een overzicht gegeven van de geselecteerde processen en bronnen.

3.8 Evaluatie van de datakwaliteit

Compleetheid

Voor alle voorgrondprocessen is vastgesteld dat de inventarisatie compleet is, d.w.z. dat de ingrepen genoemd in 3.1 zijn meegenomen.

1. De belangrijkste beperkingen in de compleetheid worden gevormd door de beperkte mogelijkheden om emissies uit de stort en uitloging bij toepassing te bepalen. Een gebrek aan gegevens en operationele methoden heeft ertoe geleid dat hier relatief grote onzekerheden liggen.
2. De emissie van organische stoffen uit de toepassingen en het residu is niet beschouwd vanwege onvoldoende inzicht in de emissies hiervan. Hierbij is de emissie van PAK-10 de belangrijkste. Op basis van de gemiddelde samenstelling van de verontreinigde grond is geschat dat de bijdrage van PAK aan de totale toxiciteit geen grote invloed heeft op de resultaten.
3. Uit de gevoeligheidsanalyse (zie hoofdstuk 4) blijkt dat de variatie in toxiciteit ten gevolge van deze en andere factoren dusdanig groot is dat geen verschil kan worden aangegeven tussen beide processen.

Consistentie

De consistentie van de gebruikte gegevens is gewaarborgd doordat:

1. Gegevens van primaire bronnen middels een vergelijkbare vragenlijst zijn geïnventariseerd.
2. Zoveel mogelijk gebruik is gemaakt van dezelfde gegevensbronnen.

Representativiteit en nauwkeurigheid

1. Er zijn met name gegevens uit primaire bronnen gebruikt, die zijn geïnventariseerd door middel van vragenlijsten. Hierbij is ca. 80% van de huidige verwerking in Nederland vertegenwoordigd.
2. Met betrekking tot de gegevens voor uitloging van gereinigd zand en residu moet worden geconstateerd dat de representativiteit van de gegevens voor de huidige praktijk niet kon worden vastgesteld.
3. Met betrekking tot vermeden emissies is de representativiteit van de gekozen scenario's in de basisanalyse en gevoeligheidsanalyse onderwerp van discussie. In de praktijk is de variatie groot, waardoor ook de resultaten worden beïnvloedt.

Deze overwegingen zijn meegenomen bij het formuleren van conclusies.

Reproduceerbaarheid

Alle keuzen en aannamen zijn gedocumenteerd, alsmede een overzicht van de ingrepen in de basisanalyse, de uitlogingsberekeningen, de variaties die zijn toegepast in de gevoeligheidsanalyse en de achtergrondprocessen (Bijlagen 2, 3, 4 en 5).

4 RESULTATEN

4.1 Inleiding

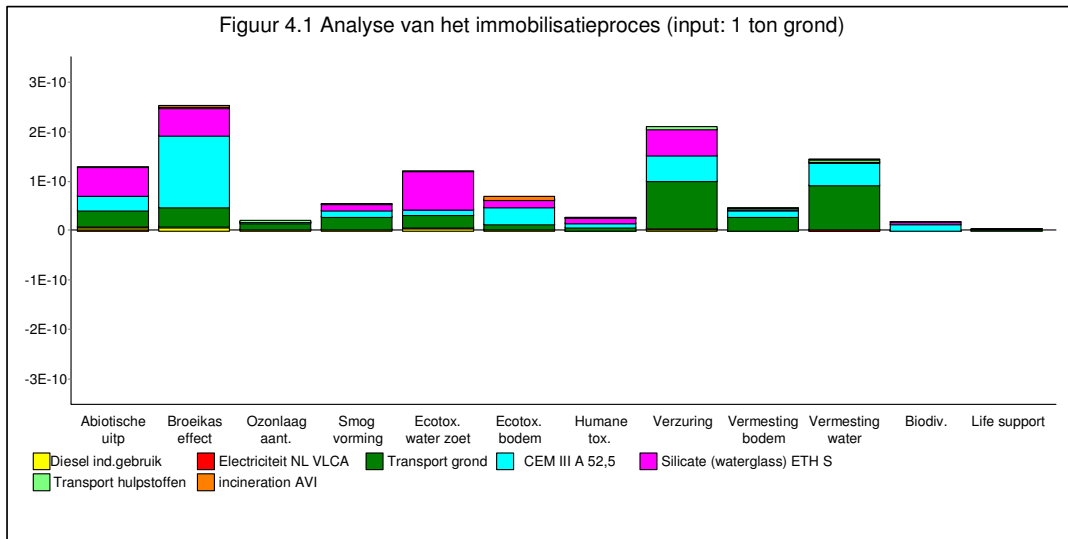
Op basis van de inventarisatie zoals beschreven in hoofdstuk 3 is de analyse uitgevoerd, waarbij de karakterisatie en normalisatie is gebruikt, zoals deze is toegepast bij het MER LAP [7], met uitzondering van de methodiek voor landgebruik, die is aangepast aan de meest recente versie van de methodiek [33]. In 4.2 worden de resultaten worden gepresenteerd op het niveau van genormaliseerde scores. Dit betekent dat alle individuele effecten worden gedeeld door de totale bijdrage van Nederland voor dat effect, waardoor de resulterende getalswaarden zeer laag zijn (de verwerking van 1 ton grond draagt minder dan een miljardste (=10E-9) bij aan de totale Nederlandse milieubelasting). Hierbij zijn alle figuren gebaseerd op functionele eenheid, namelijk de verwerking van 1 ton verontreinigde grond. Negatieve scores in de figuren, ten gevolge van het uitsparen van winning van grondstoffen of transport (zgn. vermeden emissies) moeten worden geïnterpreteerd als milieuwinst

De keuzen en aannamen die van invloed zijn op relevante bijdragen in de processen zijn geanalyseerd in een gevoeligheidsanalyse, welke in detail is beschreven in bijlage 2. De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn samengevat in 4.3.

Aanvullend wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de ingreepgerichte categorieën van het MER LAP en worden gewogen resultaten van de 7 verschillende weegsets gepresenteerd in 4.4.

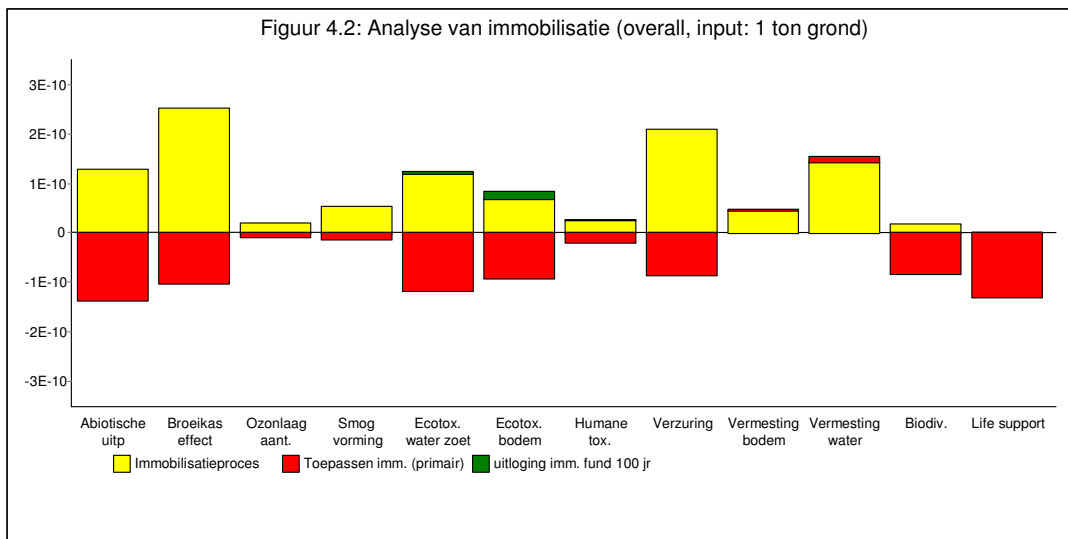
4.2 Resultaten ongewogen scores

In figuur 4.1 wordt een analyse van het immobilisatieproces (van wieg tot poort) getoond, waarbij de processen die betrekking hebben op de verwerking van de grond vanaf het aanvoertransport tot en met de productie van immobilisaat, zijn meegenomen.

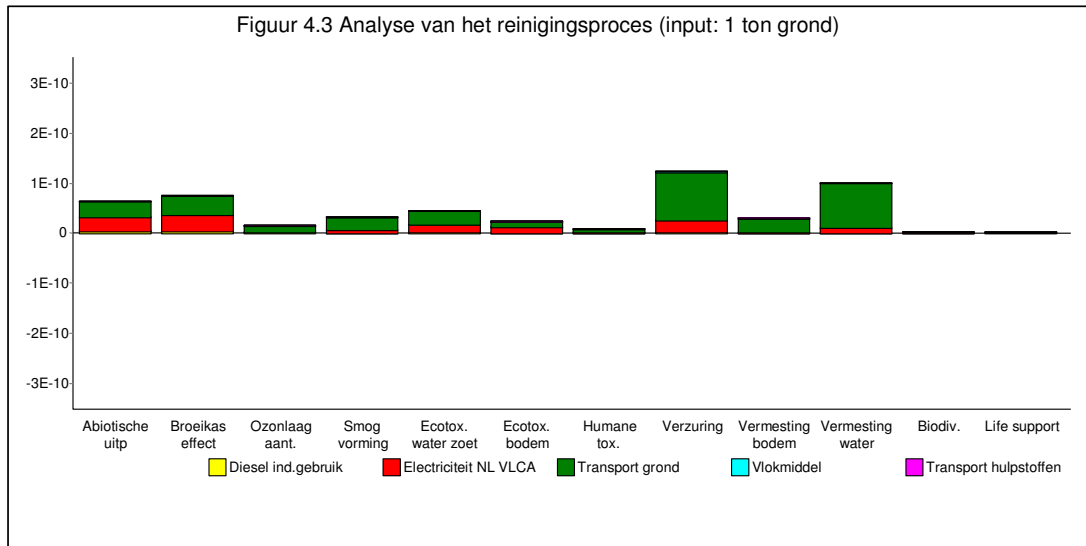


Bij het immobilisatieproces worden de grootste bijdragen gevormd door het gebruik van toeslagstoffen (cement en silicaat) en het transport van de verontreinigde grond. De bijdragen van elektriciteitsgebruik en transport van hulpstoffen zijn zo klein dat ze bijna niet zichtbaar zijn. Het hergebruik van puin en metaal heeft ten gevolge van de aanname dat uitsparing van deze secundaire materialen geen milieuwinst opleveren, een bijdrage van 0.

In figuur 4.2 wordt een overzicht gegeven van immobilisatie van verontreinigde grond van het transport van verontreinigde grond tot en met de toepassing en uitloging over 100 jaar (met afdekking), inclusief de 2^e cyclus.

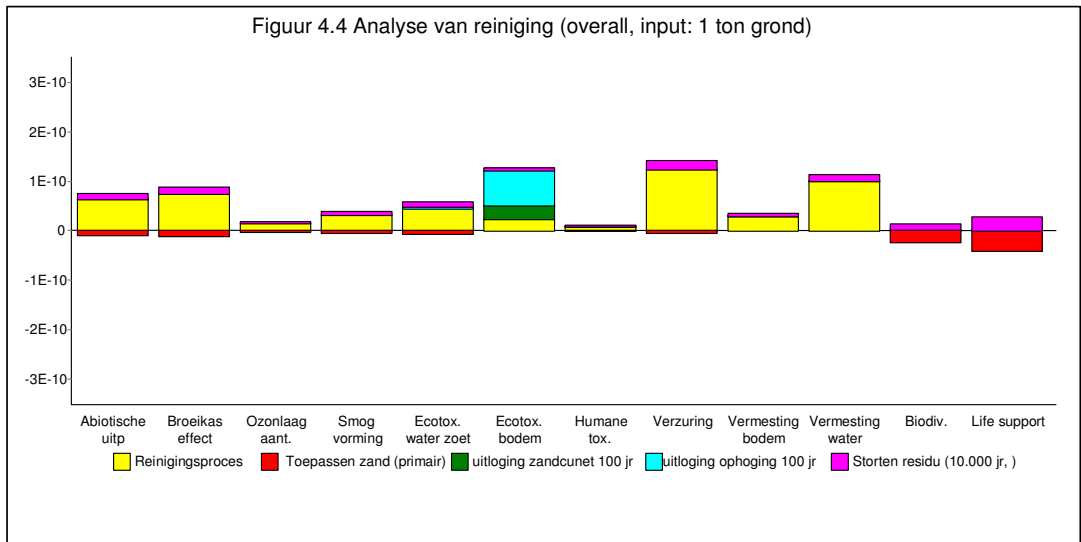


Bij het toepassen van immobilisaat worden primaire materialen uitgespaard, waardoor de bijdrage van vermeden emissies (een negatieve score wil zeggen een positief milieu-effect) aan de overall scores groot is. Door de uitsparing van materialen en transport ontstaat een netto winst op landgebruik door vermeden grondstofwinning. De bijdrage van uitloging van immobilisaat aan ecotoxiciteit voor bodem en water is gering.

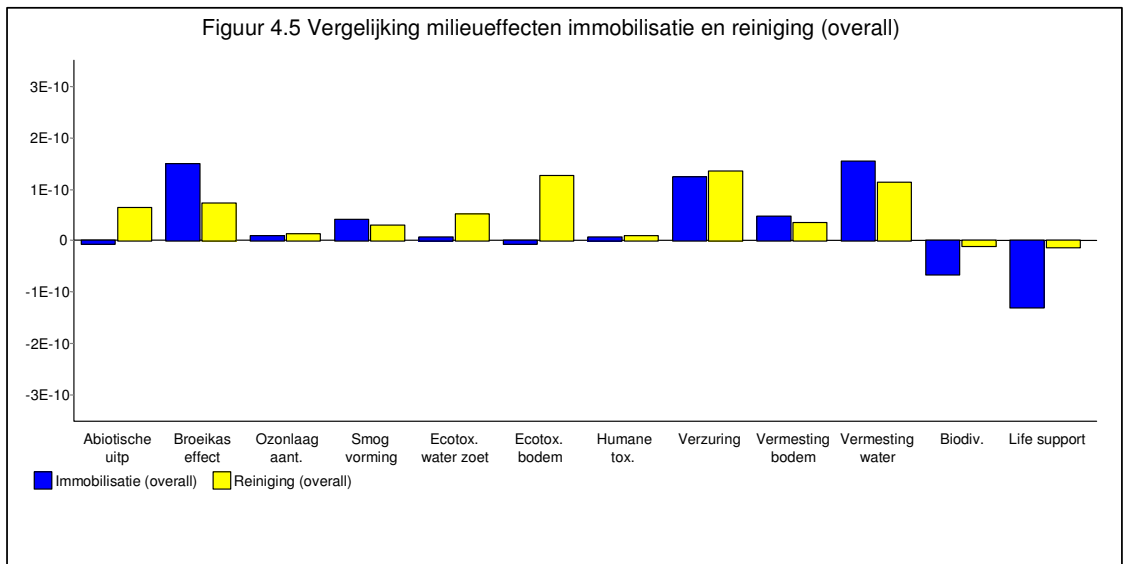


In figuur 4.3 wordt de analyse van het reinigingsproces getoond van de wieg tot de poort. De bijdragen van elektriciteit en transport zijn de belangrijkste. De milieubelasting van het reinigingsproces is op de meeste effecten minder groot dan de milieubelasting van het immobilisatieproces.

In figuur 4.4 wordt een overzicht gegeven van reiniging van verontreinigde grond van het transport van verontreinigde grond tot en met de toepassing en uitloging van gereinigd zand (100 jaar) en het storten en uitloggen van het residu (10.000 jaar). Bij het toepassen van gereinigd zand wordt primair zand uitgespaard, waardoor een bijdrage van vermeden emissies aan de overall scores ontstaat. Deze vermeden emissie wordt met name veroorzaakt door uitgespaard transport. De bijdragen van uitloging van zand, dat voor 80% bestaat uit categorie 1 zand, geeft met name bij de toepassing in ophoging een relatief hoge bijdrage aan ecotoxiciteit voor bodem (berekend met 50% afdekking). Doordat bij zandcunet de afdekking 100% is, is er minder uitloging en geeft deze toepassing een lagere bijdrage aan de ecotoxiciteit. De bijdrage van het storten en de uitloging van residu is gering, met uitzondering van de bijdrage in landgebruik.



In figuur 4.5 worden de overall processen immobilisatie en reiniging “van wieg tot graf” vergeleken op basis van de input van 1 ton verontreinigde grond.



Hieruit ontstaat een gevarieerd beeld. Bij immobilisatie bepalen met name de vermeden emissies (uitsparing op uitputting, landgebruik) en de bijdrage van toeslagstoffen (hogere bijdrage broeikas effect) het resultaat. Bij reiniging hebben het elektriciteitsverbruik van het reinigingsproces (verzuring, vermesting) en de uitloging (ecotoxiciteit voor bodem) een dominante invloed.

4.3 Gevoeligheidsanalyses

De invloed van keuzes, aannames en onzekerheden in de LCA is getoetst door het uitvoeren van gevoeligheidsanalyses. In onderstaande tabel staan de in deze LCA verrichte gevoeligheidsanalyses vermeld, evenals hun invloed op de resultaten. Een toelichting op de resultaten wordt gegeven per onderwerp in deze paragraaf. In bijlage 2 zijn de resultaten van kwantitatieve analyses weergegeven.

Nr.	Onderwerp	Kwantitatieve analyse in bijlage 2	Relevante beïnvloeding van milieu-effecten	Effect op conclusies t.a.v. de vergelijking	
				Geen invloed	Wel invloed
1	Invloed van spreiding in de samenstelling op basis van de spreiding in de massabalans	ja	ja	X	
2	Spreiding in de input van procesenergie	ja	nee	X	
3	Uitloging 100 jaar voor alle processen	nee	nee	X	
4	Uitloging bij "blote toepassing"	ja	ja	X	
5	Invloed gegevens uitloging 19 stoffen	ja	ja	X	
6	Invloed niet meenemen toepassingen in berekening uitloging	ja	ja	X	
7	Invloed variatie in toepassingshoogte	ja	nee	X	
8	Invloed a-waarden bouwstoffenbesluit op uitloging	ja	ja		X
9	Invloed aannames vermeden emissies	ja	ja		X
10	Gelijkstellen transport reiniging en immobilisatie	ja	ja		X

Tabel 4.1: Overzicht gevoeligheidsanalyses en invloed op de resultaten

1. Massabalans

De fysische en chemische spreiding in de samenstelling van de grond heeft invloed op de massabalans van het proces:

- Het aandeel puin en overige afval bepaald de output van gereinigd zand en immobilisaat.
- De productie van residu bij reiniging bepaald de bijdrage van het storten en de output van gereinigd zand.
- Het gebruik van toeslagstoffen bij immobilisatie bepaald de milieubelasting van het immobilisatieproces.

Hiervoor is een worst case en een best case scenario doorgerekend voor beide processen per ton input (voor spreiding in de hoeveelheid afval wordt dezelfde spreiding aangehouden als bij reiniging)

Bij immobilisatie neemt de bijdrage aan het broeikas effect duidelijk t.g.v. minder gebruik van cement. Bij reiniging neemt het de bijdrage van ecotoxiciteit voor bodem duidelijk toe in de best case, omdat meer gereinigd zand wordt geproduceerd, wat een verhoging van de totale uitloging bij de toepassing met zich meebrengt. De verschillen zorgen echter niet voor een verschuiving die invloed heeft op de conclusies.

2. Procesenergie

Het energieverbruik van het immobilisatieproces en reinigingsproces heeft niet veel invloed op de totale vergelijking. De spreiding in energieverbruik van de processen heeft dit ook niet.

3. Tijdschhorizon uitloging gelijk

De bijdrage van de uitloging van residu bij 10.000 jaar is gering. Het verschil met de uitloging over 100 jaar, berekend volgens de tabellen in bijlage 3 is voor de resultaten niet relevant.

4. Uitloging bij “blote toepassing”

In de basisanalyse is een inschatting gemaakt van de afdekking bij toepassing van immobilisaat en gereinigd zand. Immobilisaat wordt voor 80% afgedekt onder asfalt. Bij de toepassing van zand is er in de praktijk veel variatie in de toepassingsmogelijkheden, waardoor een precieze inschatting van de mate van afdekking onzeker is. In de gevoeligheidsanalyse is daarom ook de vergelijking gemaakt voor een toepassing zonder afdekking, waarbij voor beide processen de uitloging in blote toepassing is meegenomen. De conclusie van deze analyse is dat voor beide processen de uitloging zonder afdekking veel hoger is en dat in de vergelijking tussen gereinigd zand en immobilisaat het verschil in uitloging groot blijft.

5. Invloed keuze gegevens voor uitloging

Voor de berekening van uitloging van gereinigd zand zijn verschillende datasets beschikbaar (zie bijlage 3). De basisanalyse is gebaseerd op 8 metalen, om de meest representatieve gegevens te gebruiken in de analyse. In de gevoeligheidsanalyse worden ook de beschikbare datasets voor 19 stoffen doorgerekend. Aangezien er een groot verschil is in de waarden die worden gerapporteerd in het IWACO-rapport en de waarden van het NVPG heeft dit een duidelijk effect op de resultaten. Bij immobilisatie is het effect van het uitbreiden van de dataset gering, ten gevolge van het dominante effect van afdekking. Het gebruik van de NVPG gegevens in plaats van de set uit het IWACO-rapport heeft een duidelijk effect op het resultaat door de lagere uitloogwaarden: het verschil tussen immobilisatie en reiniging voor ecotoxiciteit bodem wordt kleiner. Dit heeft echter geen effect op de conclusies ten aanzien van de resultaten in de basisanalyse.

6. Invloed niet meenemen toepassingen in de berekening voor uitloging

Bij de analyse voor uitloging is voor beide beschouwde processen een deel van de toepassingen buiten beschouwing gelaten, omdat het door gebrek aan gegevens en methoden niet mogelijk was hiervoor een analyse uit te voeren.

Voor immobilisatie is daarom in deze analyse de uitloging van de toepassing voor stortafdeling benaderd door voor de 20% stortafdeling de waarden van uitloging van het residu in de stort te gebruiken. Omdat het residu hogere concentraties verontreinigingen bevat, is dit een overschatting. Uit de analyse blijkt dat hierdoor een duidelijk verschil in de bijdragen aan toxiciteit ontstaat. Bij reiniging zal dit effect ongeveer gelijk zijn. Er is vermoedelijk geen relevante invloed op de conclusies ten aanzien van de basisanalyse.

7. Invloed variatie in toepassingshoogte

De toepassingshoogte voor immobilisatie varieert van 30-50 cm. Voor gereinigd zand is het verschil veel groter: 0,2 tot 10 meter. Bij een grotere toepassingshoogte wordt de uitloging minder per ton materiaal. De toepassingshoogte lijkt echter weinig invloed te hebben. Dit is het gevolg van de combinatie van effecten van toepassingshoogte en afdekking: Bij grotere toepassingshoogten is er per ton minder uitloging, maar de afdekking is minder, waardoor deze effecten elkaar opheffen. Per saldo is het effect dus gering.

8. Invloed a-waarden op uitloging

Bij het toepassen van de correctiefactoren conform het bouwstoffenbesluit worden de emissies ten gevolge van uitloging van residu en gereinigd zand vrijwel nul. Hierdoor wordt de bijdrage van ecotoxiciteit voor bodem veel lager. Het verschil tussen immobilisatie en reiniging voor dit effect wordt nu zo klein dat dit niet meer significant is. Het wel of niet toepassen van deze correctiefactoren heeft dus een belangrijke invloed op de conclusies ten aanzien van de basisanalyse.

9. Invloed gelijkstellen transport

Het gelijkstellen van transport benadeelt processen met een lokaal karakter, zoals immobilisatie, met name op de effecten voor vermesting.

10. Invloed aannames vermeden emissies

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de vermeden emissies een zeer belangrijke invloed hebben op het resultaat. Bij immobilisatie is de bijdrage van de vermeden emissie aan het totaalresultaat groot en bepalen in de basisanalyse de uitsparingen van transport, asfalt, cement en zand ca. 80% van de vermeden emissie. Wanneer bij immobilisatie in de toepassing alleen secundaire materialen en transport worden uitgespaard en de besparing op asfalt op 0 is gesteld, scoort immobilisatie ten opzicht van reiniging gunstiger op de ecotoxiciteit voor bodem en landgebruik en gelijk of minder gunstig op de rest van de milieu-effecten. De vermeden milieubelasting van primair industriezand en zeezand wordt voor 90% bepaald voor het transport. Voor reiniging is de variatie ten gevolge van de andere aannames voor het type zand en bijbehorend transport dat wordt uitgespaard minder groot. Wanneer bij reiniging in de toepassing alleen transport wordt uitgespaard scoort reiniging ten opzicht van immobilisatie gunstiger op het broeikas-effect, minder gunstig op ecotoxiciteit en landgebruik en maakt het voor de overige effecten niet zoveel

uit. De keuze van het scenario voor uitsparing heeft een relevante invloed op de conclusies ten aanzien van de basisanalyse.

4.4 Aanvullingen uit het MER LAP

In deze paragraaf worden de resultaten van de ingreepgerichte categorieën en de wegen uit het MER LAP [7] getoond voor de overall vergelijking.

4.4.1 Resultaten overall vergelijking inclusief ingreepgerichte categorieën

In onderstaande tabel worden de resultaten van de overall vergelijking uit 4.2 (figuur 4.5) getalsmatig weergegeven als ongewogen scores inclusief de ingrepen.

Effect/ingreep	Immobilisatie (*10 ⁻¹⁴)	Reiniging (*10 ⁻¹⁴)
Abiotische uitp	-814	6400
Broeikaseneffect	15000	7380
Ozonlaag aant.	782	1380
Smogvorming	3970	3030
Ecotox. water zoet	695	5050
Ecotox. bodem	-913	12600
Humane tox.	657	859
Verzuring	12400	13500
Vermesting bodem	4750	3370
Vermesting water	15400	11400
Biodiversiteit	-6850	-1250
Life support	-13100	-1540
Landgebruik	-4730	777
Afval	444	3050000
Energie	-3620	7,31
Waterverbruik	259000	53200

Door de grote invloed van de vermeden emissies is de score op landgebruik en energie bij immobilisatie negatief. In de ingrepen komt het verschil in de productie van finaal afval tussen beide processen naar voren in de scores voor afval. Uit de verschillen tussen de ingrepen kan worden geconcludeerd dat het fysiek ruimtebeslag en de afvalproductie bij reiniging hoger zijn, met name ten gevolge van het storten van residu. Het totale energieverbruik van reiniging ligt ook hoger ten gevolge van gebruik van elektriciteit en een lagere aftrek van vermeden emissies. Het waterverbruik van immobilisatie ligt hoger, ten gevolge van een hoger waterverbruik in de keten (o.a. bij productie van toeslagstoffen). Zowel het immobilisatie- als het reinigingsproces zelf verbruiken geen grond- of drinkwater in het proces, omdat gebruik wordt gemaakt van regenwater.

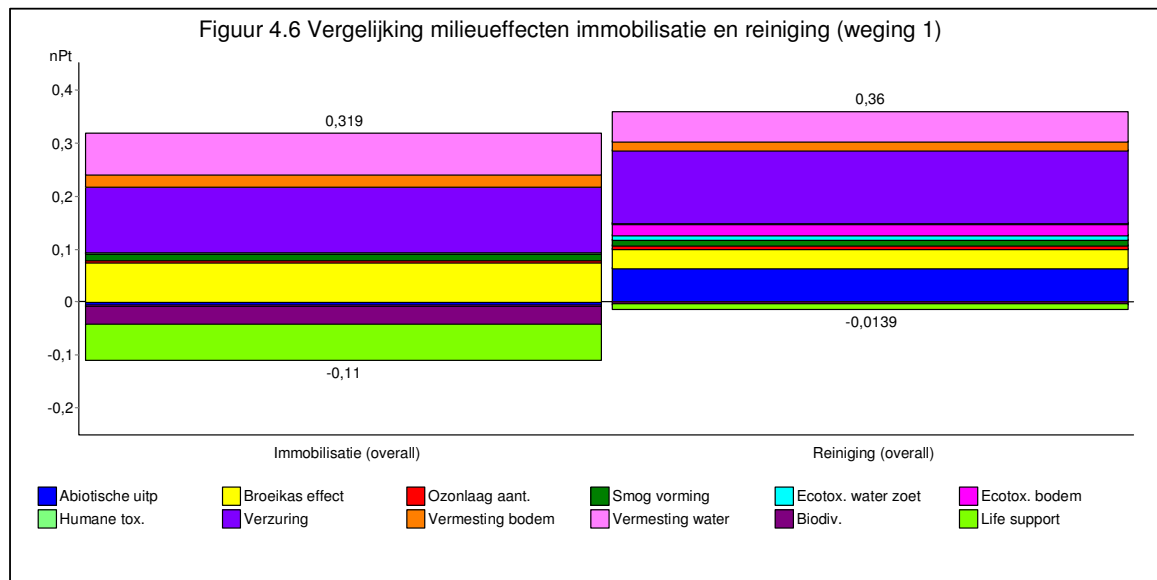
4.4.2 Resultaten overall vergelijking op basis van gewogen scores

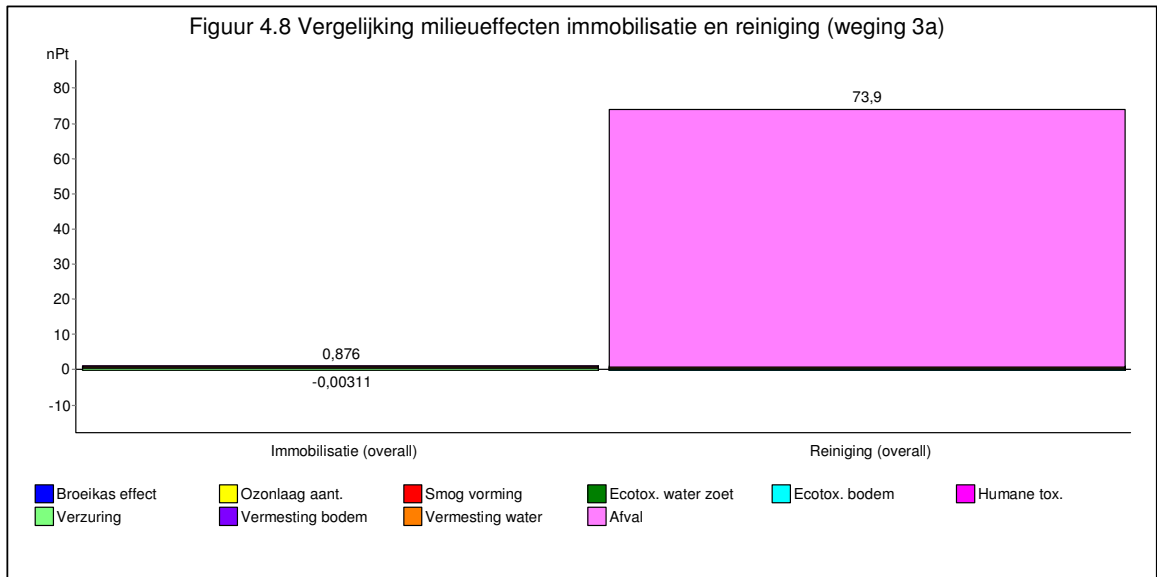
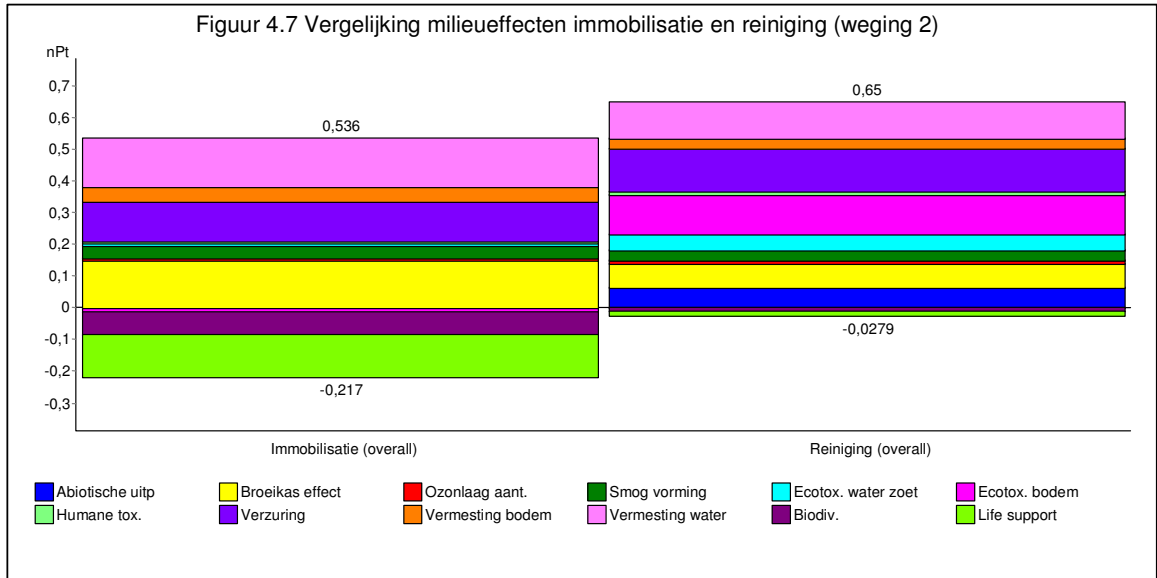
In onderstaande figuren wordt de overall vergelijking van processen (uit figuur 4.5) getoond met verschillende wegingen uit het MER LAP:

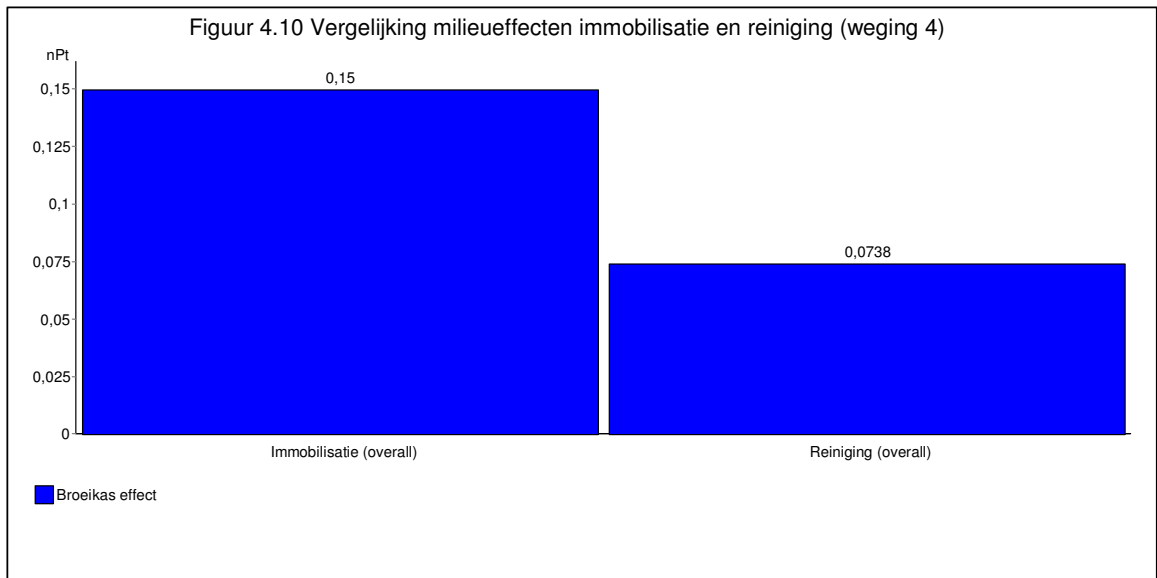
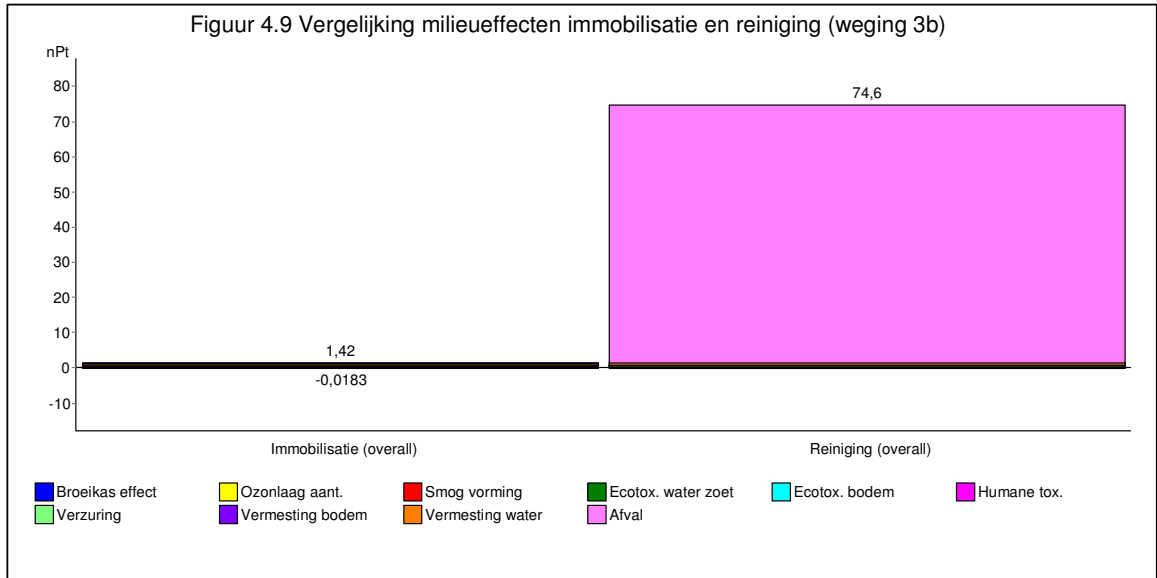
1. Alle effectgerichte milieuthema's wegen even zwaar.
2. Alle effectgerichte LCA categorieën wegen even zwaar.
3. Aan overheidsdoelstellingen gerelateerd (Distance to Target)
 - a: milieuthema's
 - b: individuele LCA categorieën.
4. Alleen broeikas effect.
5. Verspreiding: alleen toxiciteitsthema's
 - a: geaggregeerd tot milieuthema's
 - b: individuele LCA categorieën.

Voor aanvullende informatie over de weging zie het achtergronddocument A2 van het MER LAP [7].

Bij weging worden de scores per effect of thema vermenigvuldigd met een weegfactor en daarna opgeteld tot 1 overall score voor de milieubelasting: punten (nPt is 10^E-9 Pt). In de volgende figuren zijn de effecten opgeteld. De legenda loopt van links naar rechts en de corresponderende effecten vanaf de x-as (0) naar boven. Het eerste effect is abiotische uitputting, gevolgd door broeikas effect etcetera. De effecten onder de x-as zijn de laatste effecten in de legenda: biodiversiteit en life support (van de x-as naar beneden).







5 CONCLUSIES

Op basis van de huidige resultaten van de LCA kunnen de beide verwerkingsmethoden als gelijkwaardig worden beschouwd, gezien de mogelijke variatie die in de praktijk optreedt bij de verschillende typen toepassingen.

In de basisanalyse zijn er op effectniveau wel verschillen tussen beide technieken. Immobilisatie geeft een relatief hoge bijdrage aan broeikaseffect en vermesting, met name ten gevolge van het verbruik van toeslagstoffen (cement). Reiniging geeft een relatief hoge bijdrage aan uitputting (door een beperktere positieve invloed van vermeden emissies), ecotoxiciteit (door hogere waarden voor uitloging) en landgebruik (door het landgebruik bij het storten van het residu).

Uit de gevoeligheidsanalyse is echter duidelijk geworden dat deze verschillen, door de onzekerheden in de gegevens die worden gebruikt en de variaties die in de praktijk optreden, niet significant zijn:

- Op basis van de huidige analyse is moeilijk vast te stellen welke toepassing potentieel de meeste toxische effecten veroorzaakt, omdat de gegevens voor de berekeningen onvoldoende representatief zijn en de variatie in toepassingsmogelijkheden een grote spreiding in de resultaten oplevert. Aangezien zowel gereinigd zand als immobilisaat ingezet worden als categorie 1 bouwstof is een dergelijk verschil ook niet te verwachten.
- De milieuwinst van de vermeden emissies die aan beide processen kan worden toegerekend is sterk afhankelijk van de specifieke toepassing in projecten. De uitsparing varieert hierbij van hoogwaardig primair materiaal dat over grote afstand moet worden aangevoerd tot relatief laagwaardig secundair materiaal met een relatief korte transportafstand.

6 REFERENTIES


1. LAP, sectorplan 22, Ernstig verontreinigde grond, AOO 2002.
2. Persoonlijke communicatie met Sacha Heijblom, VROM, november 2003
3. Persoonlijke communicatie met Wim Munters, VROM, januari 2004
4. Website SCG, 2003.
5. Handboek Bodemsanering, uitgeverij SDU, 2003.
6. Persoonlijke communicatie met Hans Breukelman, NVIP, januari-maart 2004.
7. Milieueffectrapport Landelijk Afvalbeheerplan, Achtergronddocument A2, LCA; methodiek en uitwerking in het LAP, AOO 2002.
8. Milieueffectrapport Landelijk Afvalbeheerplan, Achtergronddocument A22, uitwerking "nat rookgasreinigingsresidu", AOO 2002.
9. Milieueffectrapport Landelijk Afvalbeheerplan, Achtergronddocument A20, uitwerking shredderafval, AOO 2002.
10. Milieueffectrapport Landelijk Afvalbeheerplan, Achtergronddocument A1, balansen, reststoffen en uitloging, AOO 2002.
11. Milieueffectrapport Landelijk Afvalbeheerplan, Achtergronddocument A26, AOO 2002
12. Bundels Bouwstoffenbesluit. SDU uitgeverij Den Haag, 2003.
13. Leidraad bouwstoffen RWS-Bouwstoffenkaarten 2003
14. A.F. Peekel, Toetsing van ongereinigde en gereinigde grond aan de normen van het bouwstoffenbesluit, in opdracht van de Branche Organisatie Grondbanken (BOG), IWACO rapport augustus 2001.
15. NEN ISO 14040-43 normen voor LCA, 1997, CEN Brussel.
16. Ing. J Stigter, *Immobilisaat in de weg*, Grontmij Verkeer en infrastructuur, 2003
17. Persoonlijke communicatie met Dhr. Leenders, Branche Organisatie Grondbanken, maart 2004.
18. Persoonlijke communicatie met Dhr. Van Ruiten, deskundige bouwstoffenbesluit en secundaire bouwstoffen (voormalig medewerker VROM, geraadpleegd op advies van dhr. Munters), februari 2004
19. Persoonlijke communicatie met Bart Mante adviseur duurzaam bouwen GWW, DHV, maart 2004.
20. Persoonlijke communicatie met Ulbert Hofstra, INTRON Sittard, maart 2004.
21. Persoonlijke communicatie met Marc Pruijn A&G Milieutechniek, maart 2004.
22. Bouwstoffen door immobilisatie, CUR rapport 2002-5, CUR Gouda.
23. Milieu-aspecten fijner zand in beton, INTRON rapport, 2003
24. Projectenoverzicht NOVEM T2000
25. Seinen et al., *Samenstelling en uitloging van bouwstoffen*, publikatiereeks bodembescherming 1991/3, VROM.
26. Ir. E. Mulder en Dr. J Joziassse, *Factoren die een rol spelen bij de vertaling van resultaten van laboratorium-uitloogexperimenten naar praktijksituaties*, TNO-rapport, i.o.v. NOVEM, oktober 1992.
27. Ir. E. mulder, *Verlenging van het Mammoet semi-praktijkonderzoek*, TNO-rapport, i.o.v. NOVEM, mei 1992.

28. Memo Guus van den Berghe m.b.t. vragen over storten van residu. AOO, 28 november 2003.
29. Persoonlijke communicatie Michiel Gadella, SCG, november-maart 2004.
30. Persoonlijke communicatie Evert Mulder, TNO, februari 2004.
31. Lindeijer, Kok en Eggels, landgebruikmethodiek voor RWS DWW, 1999-2002, uit database IVAM LCA 4.0.
32. Guinée et al. (CML), Handbook on Life Cycle Assessment – operational guide to the ISO standard, Eco-efficiency in Industry and Science, Kluwer Academic Publishers, 2002.
33. Persoonlijke communicatie met Jaap van der Bom/Leonard Bijlsma, NVPG, december-maart 2004.
34. Persoonlijke communicatie met Rob Rouwette, INTRON, maart 2004.

7 COLOFON

Opdrachtgever	: Centrum voor Immobilisatie
Project	: Vergelijkende LCA van immobilisatie en reiniging van reinigbare verontreinigde grond
Dossier	: V3019-84.001
Omvang rapport	: 63 pagina's
Auteur	: Renilde Spriensma
Bijdrage	: Aldert van der Kooij
Projectleider	: Renilde Spriensma
Projectmanager	: Aldert van der Kooij
Datum	: 18 mei 2004
Naam/Paraaf	:

BIJLAGE 1 Notitie SCG

NOTITIE	JMG-03.030	N.V. Service Centrum Grond Postbus 19, 3990 DA Houten Tel. 030-6346672 Fax. 030-6346645	
VAN	Michiel Gadella		
DATUM	Maandag 22 januari 2004		
AAN	Renilde Spriensma (DHV)		
KOPIE	Adviseurs		
STATUS	Ter info		
ONDERWERP	LCA studie natte reiniging-immobilisatie		

Inleiding

In november 2003 is een studie gestart genaamd “Vergelijkende LCA-studie van immobilisatie en reiniging van reinigbare grond”. De LCA studie richt zich op de vergelijking van de reiniging en immobilisatie van 1 ton grond die zowel nat reinigbaar is als immobiliseerbaar. In het kader van de studie heeft het uitvoerende bureau (DHV) een aantal gegevensvragen aan het SCG gesteld. Het betreft vragen die te maken hebben met de omvang van de grondstromen in Nederland, het toepassingsgebied van natte reiniging en van immobilisatie en de omschrijving van de samenstelling van de ton grond die zowel voor natte reiniging als immobilisatie in aanmerking komt. Daarnaast is een interpretatievraag aan het SCG gesteld over de discussie die tijdens de eerste vergadering van de begeleidingscommissie aan de orde was. De discussie ging over de vraag of de LCA-studie zich moest beperken tot immobiliseerbare grond die mobiele anorganische verontreinigingen bevat of dat ook immobiliseerbare grond met immobiele anorganische verontreinigingen tot de scope van de studie behoren.

Deze notitie poogt een invulling aan deze vragen te geven.

Interpretatievraag

Voor het beantwoorden van de interpretatievraag wordt verwezen naar onderstaande figuur. Grond waarvan de uitloging van anorganische verontreinigingen de normen voor geïsoleerde toepassing overschrijdt (niet herbruikbaar op basis van uitloging) is de grond die mobiele anorganische verontreinigingen bevat.

Voor niet herbruikbare grond (> samenstellingswaarde bijlage 2 bouwstoffenbesluit) wordt in de regel geen uitloogonderzoek gedaan. Het is dus daarom niet exact aan te geven welk deel van de nat reinigbare grond mobiele anorganische verontreinigingen bevat. Voor mogelijk herbruikbare grond wordt echter altijd uitloogonderzoek gedaan om te bepalen of de grond categorie 1, categorie 2 of niet-herbruikbare grond betreft. Statistische analyse van ruim 500 partijen ongereinigde potentieel herbruikbare grond (dus grond tussen samenstellingswaarden bijlage 1 en 2 bouwstoffenbesluit) door Iwaco leert dat ca. 10 % van de ongereinigde grond een uitloging kent tot boven uitloognorm voor ongeïsoleerd hergebruik. Met name koper zorgt in deze gevallen voor overschrijdingen. Tevens is in datzelfde onderzoek geen relatie tussen samenstelling en uitloging geconstateerd. Dit leidt tot de logische inschatting dat maximaal 10 % van de

grond die nat reinigbaar en immobiliseerbaar is mobiele anorganische verontreinigingen bevat¹².

UITLOGING GEISOLEERD	NIET HERBRUIKBAAR UITLOGING	NIET HERBRUIKBAAR SAMENSTELLING /UITLOGING
	CATEGORIE 2	NIET HERBRUIKBAAR SAMENSTELLING
UITLOGING ONGEISOLEERD	CATEGORIE 1	NIET HERBRUIKBAAR SAMENSTELLING
SAMENSTELLING BIJLAGE 1		SAMENSTELLING BIJLAGE 2

Gegevensvragen

Totale omvang grondstromen in NL (2001)

Verwerking	Omvang (tonnen)
Thermische reiniging ¹	725.000
Biologische reiniging	265.000
Natte reiniging	855.000
Immobilisatie ²	150.000-250.000
Storten ³	550.000
Hergebruik ongereinigd	9.000.000
Hergebruik gereinigd	1.500.000

Toepassingsgebied extractieve/natte reiniging⁴

¹² Volgens het NVIP kan deze inschatting niet gemaakt worden op basis van voorgaande redenering. Bovendien is uit ervaring bij immobilisatie gebleken dat bij hogere concentraties verontreinigingen de uitloging wel toeneemt.

¹ Cijfers NVPG (thermisch, biologisch en nat)

² Schatting SCG op basis van informatie branche (immobilisatie en ongereinigd hergebruik)

³ Cijfers VvAV en SCG

Parameter	Selectiegrens (maximum)
Residu (humus + minerals < 63 µm)	35-40 %
Cu, Zn, Pb, Cd, Cr	20-40 maal Interventiewaarde
Ni, Hg, As	5-10 maal Interventiewaarde
PAK	20-40 maal Grenswaarde Bsb
EOX	20-40 maal Grenswaarde Bsb
Minerale olie	50-100 maal Grenswaarde Bsb

NB: alle overige parameters kennen een verwijderingsrendement van 90-95 %

Toepassingsgebied immobilisatie⁵

Parameter	Selectiegrens (maximum) ¹³
Organische stof	10 %
Fractie < 63 µm	40 %
PAK	75 mg/kg d.s.
EOX	3 mg/kg d.s.
Minerale olie	500 mg/kg d.s.

NB: zware metalen geen limitatie in samenstelling, alle overige parameters tot maximaal grenswaarde bouwstoffenbesluit voor bouwstoffen.

Combinatie van het toepassingsgebied van natte reiniging en immobilisatie levert het gezamenlijke toepassingsgebied op.

Samenstelling grond die reinigbaar en immobiliseerbaar is

Aangezien de wettelijke taken van het SCG betrekking hebben op partijen grond waarvan aanbieders voornemens zijn deze te storten heeft het SCG een representatieve en betrouwbare database over te storten grond in Nederland. Voor de reinigbare grond heeft het SCG vanuit de wettelijke taak niet de beschikking over een volledig representatieve database.

In het verleden (periode 1997-2000) heeft het SCG vanuit een andere taak wel een database opgebouwd. In genoemde periode werd grond afkomstig uit Wbb gefinancierde saneringsprojecten via het SCG gereinigd bij procesmatige grondreinigingsbedrijven. Alle in die periode gereinigde grond is voorafgaand aan de reiniging middels het 2*50 grepen per max. 2000 ton protocol ingekeurd. In totaal zijn 179 deelpartijen, tezamen goed voor 190.968 ton nat gereinigde grond in de database opgenomen. De database is

⁴ Handboek bodemsaneringstechnieken, informatie SCG

⁵ Informatie CIM

¹³ Volgens het NVIP is de waarde voor de fractie < 63 µm eerder een gemiddelde waarde en zeker geen maximum. Bovendien moeten de waarden voor PAK, EOX en minerale olie vermenigvuldigd worden met een factor 1,2 vanwege het gebruik van toeslagstoffen.

door het SCG geanalyseerd. Ten aanzien van de representativiteit van deze database – en dus ook de resultaten van de analyse – voor de nat te reinigen grond in Nederland dienen de volgende voorbehouden te worden gemaakt:

- de database is gevuld met grond die afkomstig is uit Wbb gefinancierde projecten. De Wbb gefinancierde projecten zijn in vergelijking met privaat gefinancierde projecten relatief vaker uit louter milieuhygiënische overwegingen aangepakt. Gevolg voor de representativiteit kan zijn dat relatief zwaarder verontreinigde partijen in de database zijn opgenomen;
- de database is gevuld in de periode 1997-2000. In deze periode was het BEVER gedachtengoed (functioneel saneren en mobiele verontreinigingen aanpakken) nog niet volledig in de saneringspraktijk doorgevoerd. Gevolg voor de representativiteit kan zijn dat relatief meer immobiele verontreinigingen in de database zijn opgenomen;
- in de periode 1997-2000 was er minder aandacht voor asbest dan nu. In de database zijn daarom geen asbestverontreinigde partijen opgenomen. Op basis van marktinformatie schat het SCG dat nu 15-25 % van de nat te reinigen grond (mede) gereinigd wordt op basis van asbest. Deze grond komt niet in aanmerking voor immobilisatie;
- de database omvat ca. 190.000 ton grond. In diezelfde periode is ca. 3.800.000 ton grond nat gereinigd. De database omvat dus 5 % van de nat gereinigde grond en kan alleen daarom al niet als volledig representatief worden beschouwd;
- in de database zijn uitsluitend de 8 zware metalen, cyanide, EOX, PAK en minerale olie opgenomen. Een zeker gedeelte van de nat te reinigen grond wordt tevens gereinigd op andere contaminanten. Veelal betreft dit organische contaminanten die de toepasselijkheid van immobilisatietechnieken beperken.

Mogelijkerwijze zijn er nog meer voorbehouden te maken op de representativiteit van de database. In ieder geval wordt vanuit het SCG sterk aanbevolen de resultaten van de analyse van het SCG te iken aan de hand van een vergelijking met een recente database van enkele natte grondreinigers.

De resultaten van de analyse:

In de database zijn 179 partijen nat te reinigen grond opgenomen. De in de database opgenomen gegevens zijn allemaal gebaseerd op inkeuringsresultaten bij reinigingsbedrijven (ex situ keuringen 2 maal 50 grepen per max. 2000 ton).

Tabel 1 Verdeling nat te reinigen grond in categorieën

Categorie	Aantal	%	Tonnen	%
Anorganisch > Grenswaarde bijl. 2; Organische > Grenswaarde bijl. 2	74	41 %	72.919	38 %
Anorganisch > Grenswaarde bijl. 2; Organische < Grenswaarde bijl. 2	44	25 %	47.316	25 %
Anorganisch < Grenswaarde bijl. 2; Organische > Grenswaarde bijl. 2	61	34 %	70.733	37 %
Totaal	179	100 %	190.968	100 %

Niet elke partij in de database is immobiliseerbaar. Op basis van het toepassingsgebied van immobilisatie is beoordeeld in hoeverre de nat reinigbare partijen uit de database in aanmerking komen voor immobilisatie. De resultaten van deze analyse staan in tabel 2.

Tabel 2 Verdeling grond die zowel immobiliseerbaar als nat reinigbaar is

Categorie	Aantal	%	Tonnen	%
Anorganisch > Grenswaarde bijl. 2; Organische > Grenswaarde bijl. 2	40	39 %	38.481	34 %
Anorganisch > Grenswaarde bijl. 2; Organische < Grenswaarde bijl. 2	44	43 %	47.316	42 %
Anorganisch < Grenswaarde bijl. 2; Organische > Grenswaarde bijl. 2	19	18 %	25.821	23 %
Totaal	103	100 %	111.618	100 %

Combinatie van tabel 1 en 2 leert ons dat 58% (zowel in tonnen als aantal) van de nat reinigbare grond tevens in aanmerking komt voor immobilisatie. De 42 % van de partijen die daarvoor niet in aanmerking komen, vallen af voor immobilisatie vanwege een te hoog gehalte aan organische contaminanten (olie, PAK, EOX).

Voor de in de database opgenomen contaminanten zijn het gemiddelde gehalte de minima en maxima alsmede de 5 en 95 percentiel waarden opgenomen in tabel 3. Dezelfde parameters zijn opgenomen in tabel 4 voor de cross-sectie van nat reinigbare grond die tevens immobiliseerbaar is (103 partijen). Tabel 5 bevat dezelfde parameters voor de gereinigde grond uitgaande van deze cross-sectie en de in de tabel opgenomen reinigingsrendementen.

Uit de tabellen valt op te maken dat bij de reiniging van natte grond gemiddeld ca. 16 % residu vrijkomt. Aan de hand van een massabalans is uit te rekenen wat de samenstelling van het bij de natte reiniging geproduceerde residu is.

Voorgesteld wordt om, bij gebleken voldoende representativiteit van de database, de waarden in tabel 4 te gebruiken als representatief voor de samenstelling van het product van immobiliseren en de waarden in tabel 5 als representatief voor de samenstelling van het product van natte reiniging.

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Tabel 3 Opbouw totale database																
Reinigbaar (n= 179)	Humus	Lutum	< 63 µm	Vocht	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb	CN	PAK-10	EOX	Min.olie
Minimum	0	0	0	4	2	2	1	10	1	0	0	3	1	0	0	7
Gemiddeld	4	4	14	14	48	14	82	236	11	4	2	154	35	30	2	366
Maximum	14	15	40	34	1650	150	775	1467	555	110	105	1250	175	570	77	6200
Percentiel 5%	1	1	4	8	4	3	4	17	4	0	0	8	1	1	0	7
Percentiel 95%	8	10	26	23	262	35	266	704	18	13	2	462	132	119	10	1280

Tabel 4 Opbouw cross-sectie database																
Immobiliseerbaar (n=103)	Humus	Lutum	< 63 µm	Vocht	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb	CN	PAK-10	EOX	Min.olie
Minimum	1	1	3	4	2	2	1	10	1	0	0	3	1	0	0	7
Min																
Gemiddeld	4	4	14	14	69	16	83	258	14	7	2	176	45	19	0	166
Maximum	10	15	40	28	1650	150	500	1467	555	110	105	1250	175	75	3	490
Percentiel 5%	1	1	5	8	5	3	7	18	4	0	0	7	1	1	0	7
Percentiel 95%	8	12	29	22	294	48	251	748	18	64	6	484	161	70	2	405

Tabel 5 Opbouw cross-sectie database na reiniging																
Gereinigd (n=103)	Humus	Lutum	< 63 µm	Vocht	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb	CN	PAK-10	EOX	Min.olie
Reinigingsrendement					90%	80%	90%	90%	80%	95%	80%	90%	90%	95%	90%	95%
Gemiddeld	1	1	1		6,946	3,242	8,345	25,815	2,729	0,349	0,351	17,634	4,458	0,927	0,050	8,314
Percentiel 5%					0,475	0,564	0,65	1,82	0,7	0,0035	0,0102	0,7025	0,07675	0,02712	0,0035	0,35
Percentiel 95%					29,35	9,69	25,1	74,75	3,6	3,1975	1,208	48,35	16,1	3,5175	0,1975	20,225

Tabel 5 Met aanpassing reinigingsrendement volgens NVPG																
Gereinigd (n=103)	Humus	Lutum	< 63 µm	Vocht	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb	CN	PAK-10	EOX	Min.olie
Reinigingsrendement					68%	80%	68%	68%	80%	72%	80%	57%	90%	74%	88%	92%
Gemiddeld	1	1	1		22,1	3,242	26,6	82,6	2,729	1,96	0,4	75,7	4,458	4,94	0	13,3
Percentiel 5%					1,6	0,564	2,15	5,7	0,7	0	0	3	0,07675	0,26	0	0,56
Percentiel 95%					94,1	9,69	80,3	239,4	3,6	17,9	1,2	208	16,1	18,2	0,2	32,4

BIJLAGE 2 Gevoeligheidsanalyses

In deze bijlage wordt de kwantitatieve onderbouwing gegeven van de gevoeligheidsanalyses. Wanneer de keuzen, aannames en variaties in de gegevens leiden tot grote variatie in de resultaten, kan dit invloed hebben op de conclusies ten aanzien van de basisanalyse. De gedetailleerde achtergronden bij de keuze van verschillende varianten in de gevoeligheidsanalyse staan beschreven in hoofdstuk 3 van het hoofdrapport.

1. Massabalans

De fysische en chemische spreiding in de samenstelling van de grond heeft invloed op de massabalans van het proces:

- Het aandeel puin en overige afval bepaald de output van gereinigd zand en immobilisaat.
- De productie van residu bij reiniging bepaald de bijdrage van het storten en de output van gereinigd zand.
- Het gebruik van toeslagstoffen bij immobilisatie bepaald de milieubelasting van het immobilisatieproces.

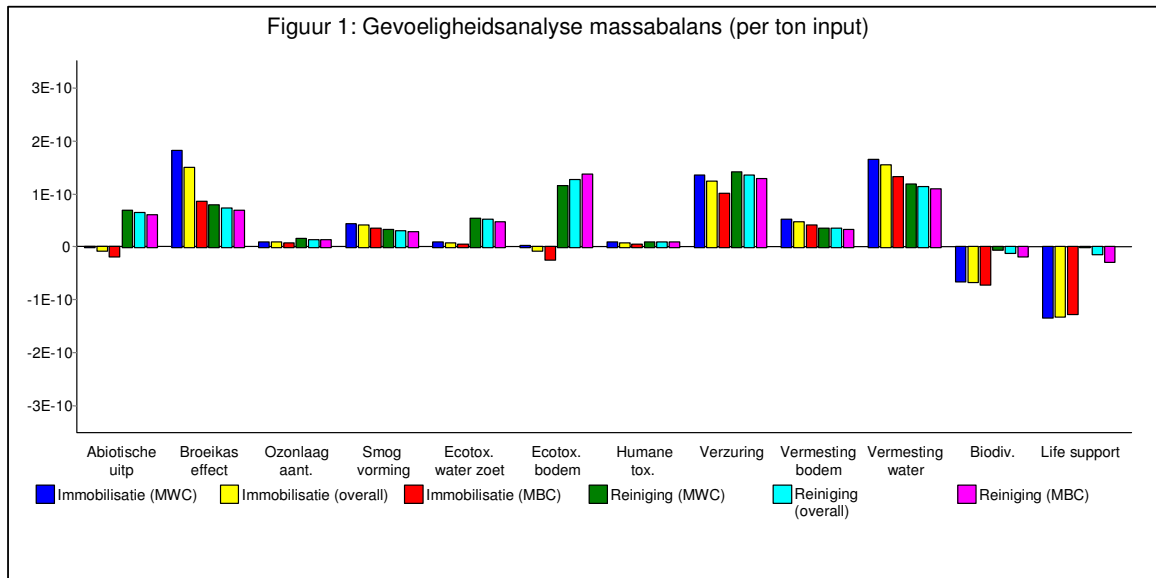
Hiervoor is een worst case en een best case scenario doorgerekend voor beide processen per ton input (voor spreiding in de hoeveelheid afval wordt dezelfde spreiding aangehouden als bij reiniging)

Best Case Reiniging (MBC)	Worst Case Reiniging (MWC)
Minimum residu (0,15 t incl 47% vocht)	Maximum residu (0,28 t incl 47% vocht)
Minimum afval (0,1 t)	Maximum afval (0,2 t)
Maximum output gereinigd product (0,774 t, 10% vocht)	Minimum output gereinigd product (0,602 t, 10% vocht)
Minimum input vlokmiddel (0,1 kg)	Maximum input vlokmiddel (0,3 kg)
Hiervoor wordt een worst case en een best case scenario doorgerekend voor beide processen per ton input (voor spreiding in de hoeveelheid afval wordt dezelfde spreiding aangehouden als bij reiniging):	
Best Case Immobilisatie (MBC)	Worst Case Immobilisatie (MWC)
Minimum toeslag cement (5%) Toeslag Na-silicaat 1%	Maximum toeslag cement (11%) Toeslag Na-silicaat 1%
Minimum afval (50%, 15 kg w.v. 0,5 kg metaal en 0,5 kg restafval)	Maximum afval (150%, 45 kg w.v. 1,5 kg metaal en 1,5 kg restafval)
Output product: 1045 kg	Output product: 1075 kg

In figuur 1 worden de resultaten van de gevoeligheidsanalyse getoond, waarbij de volgorde van de processen als volgt is:

1. Immobilisatie MWC: worst case scenario voor massabalans (blauw)
2. Immobilisatie overall: basisanalyse (geel)
3. immobilisatie MBC: best case scenario voor massabalans (rood)
4. Reiniging MWC: worst case scenario voor massabalans (groen)
5. Reiniging overall: basisanalyse (lichtblauw)
6. Reiniging MBC: best case scenario voor massabalans (cyclaam)

Voor immobilisatie is de variatie in het broeikas effect het grootst, waarbij de best case vrijwel gelijk is aan de score bij reiniging. Bij reiniging zijn de variaties gering.

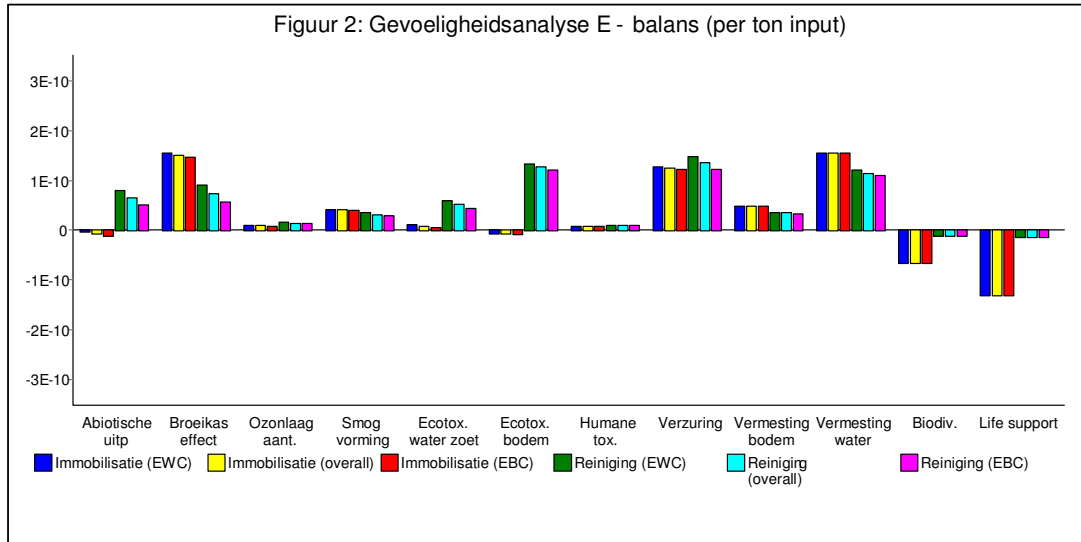


2. Procesenergie

De spreiding in procesenergie is geanalyseerd op basis van onderstaande gegevens.

Energiebron	Reiniging		Immobilisatie	
	Worst Case (EWC)	Best Case (EBC)	Worst case (EWC)	Best Case (EBC)
Elektra (kWh)	15	5	0,9	0,3
Diesel (MJ)	14	8,8	0,9	9,2

In figuur 2 is het resultaat van de analyse te zien. De invloed op de resultaten is niet relevant, aangezien de verschillen tussen de best case en worst case zeer klein zijn.

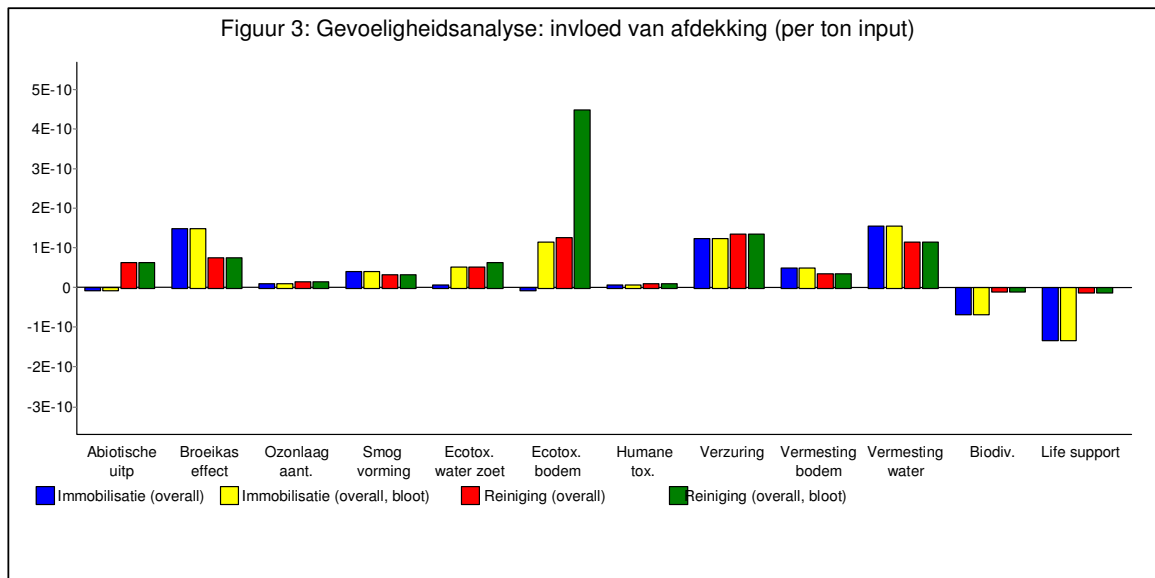


3. Invloed tijdshorizon voor uitloging residu

Geen aanvullende kwantitatieve gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, zie hoofdrapport 4.3.

4. Invloed afdekking op uitloging

In figuur 3 is voor de toepassing van gereinigd zand en immobilisaat de blote toepassing doorgerekend. De afdekking heeft duidelijk een groot effect op de bijdragen aan ecotoxiciteit. Dit is logisch gezien het feit dat de uitloging toeneemt met een factor 10 bij blote toepassing.



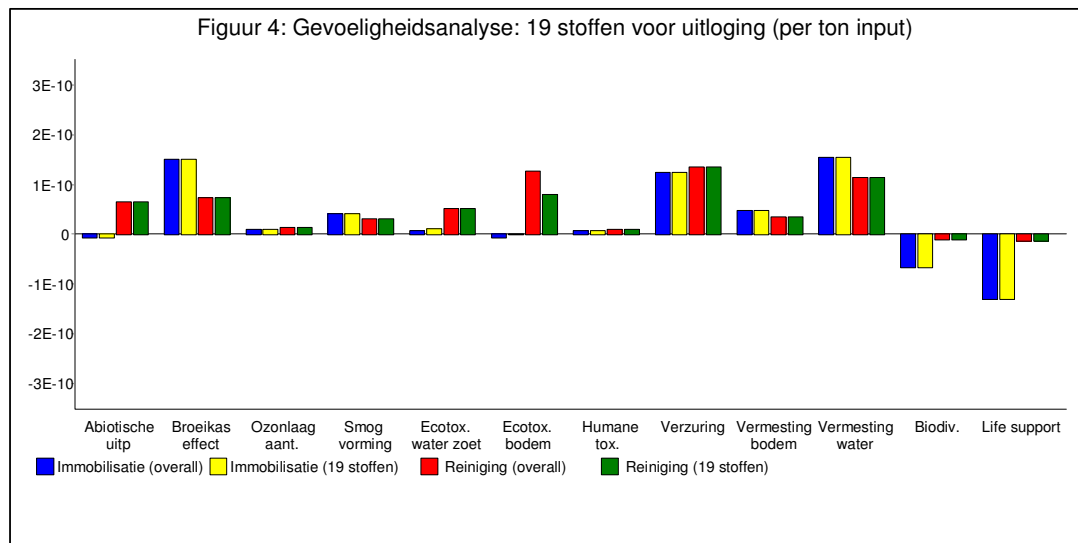
Het effect van afdekking bepaald in grote mate de hoogte van het effect voor uitloging. Het heeft echter geen effect op de conclusies, omdat de verschillen tussen immobilisatie en reiniging blijven bestaan.

5. Invloed keuze gegevens voor uitloging

Voor de berekening van uitloging van gereinigd zand zijn verschillende datasets beschikbaar (zie bijlage 3). De gegevens uit de literatuur [14] zijn representatief voor 135 partijen grond, maar betreffen slechts de 8 belangrijkste metalen. De op dit moment beschikbare gegevens van de NVPG daarentegen, zijn gebaseerd op 13 waarnemingen, maar betreffen wel gegevens van 15 metalen en 4 anionen. Wel zijn de waarden van deze laatste over het algemeen lager dan gemeten door IWACO. Ook voor immobilisaat zijn gegevens van deze 19 stoffen beschikbaar, die representatief zijn voor de grond die de afgelopen jaren is geïmmobiliseerd.

De basisanalyse is gebaseerd op de 8 metalen, om de meest representatieve gegevens te gebruiken in de analyse. In figuur 4 wordt het verschil tussen gebruik van de datasets voor 8 stoffen (overall processen) en 19 stoffen duidelijk:

1. Immobilisatie overall: 8 metalen, gegevens NVIP
2. Immobilisatie 19 stoffen: gegevens aangevuld tot 19 stoffen, gegevens NVIP
3. Reiniging overall: 8 metalen, gegevens IWACO
4. Reiniging 19 stoffen: geheel andere set gegevens voor 19 stoffen afkomstig van de NVPG.

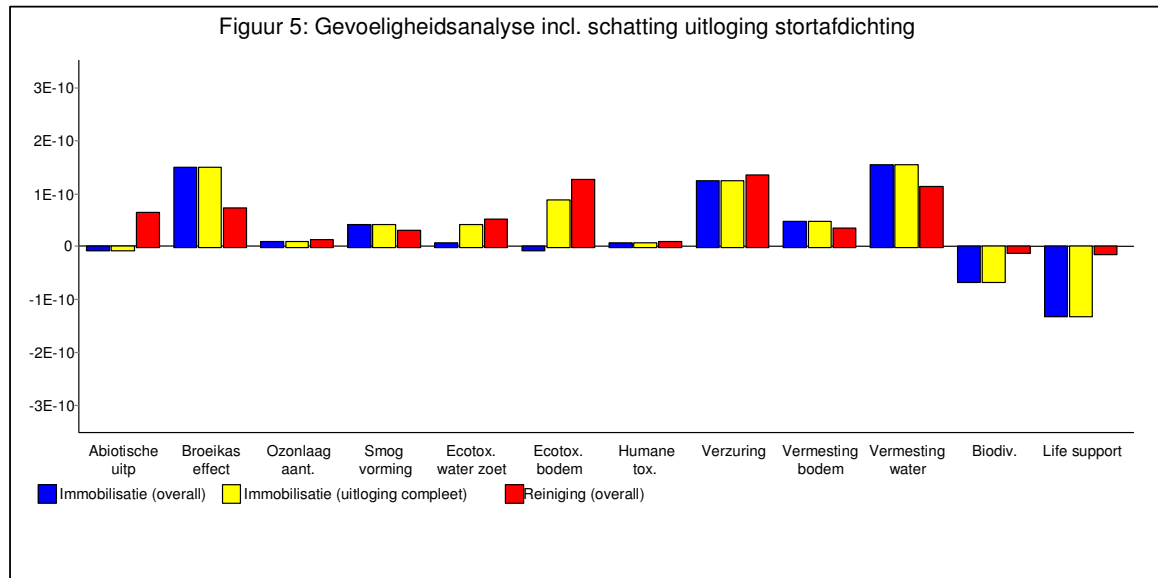


Bij immobilisatie is het effect van het uitbreiden van de dataset gering, ten gevolge van het dominante effect van afdekking. Het gebruik van de NVPG gegevens in plaats van de set uit het IWACO-rapport heeft een duidelijk effect op het resultaat door de lagere uitloogwaarden. Dit heeft echter geen effect op de conclusies ten aanzien van de resultaten in de basisanalyse.

6. Invloed niet meenemen toepassingen in de berekening voor uitlogging

Bij de analyse voor uitlogging is voor beide beschouwde processen een deel van de toepassingen buiten beschouwing gelaten, omdat het door gebrek aan gegevens en methoden niet mogelijk was hiervoor een analyse uit te voeren. Bij reiniging is uitlogging van de toepassing van fijn zand in beton en asfalt (15% van de toepassingen) niet meegenomen, omdat door te mixen met andere stoffen de specifieke uitlogging van zand niet meer apart te bepalen is. Bij immobilisatie is de uitlogging van het gebruik van 20% stortafdeling niet meegenomen, omdat voor het vertalen van de immissiewaarden van de stortafdeling naar een uitlogging van de stort geen methode voorhanden is.

Voor zowel reiniging als immobilisatie ontstaat zo een overschatting, omdat de uitlogging van deze toepassingen relatief laag zal zijn ten opzichte van de uitlogging van de andere toepassingen. Voor immobilisatie is daarom in deze analyse de uitlogging van de toepassing voor stortafdeling benaderd door voor de 20% stortafdeling de waarden van uitlogging van het residu in de stort te gebruiken. Omdat het residu hogere concentraties verontreinigingen bevat, is dit een overschatting. Uit figuur 5 blijkt dat hierdoor een duidelijk verschil in de bijdragen aan toxiciteit ontstaat. Bij reiniging zal dit effect ongeveer hetzelfde zijn. Er is geen relevante invloed op de conclusies ten aanzien van de basisanalyse.



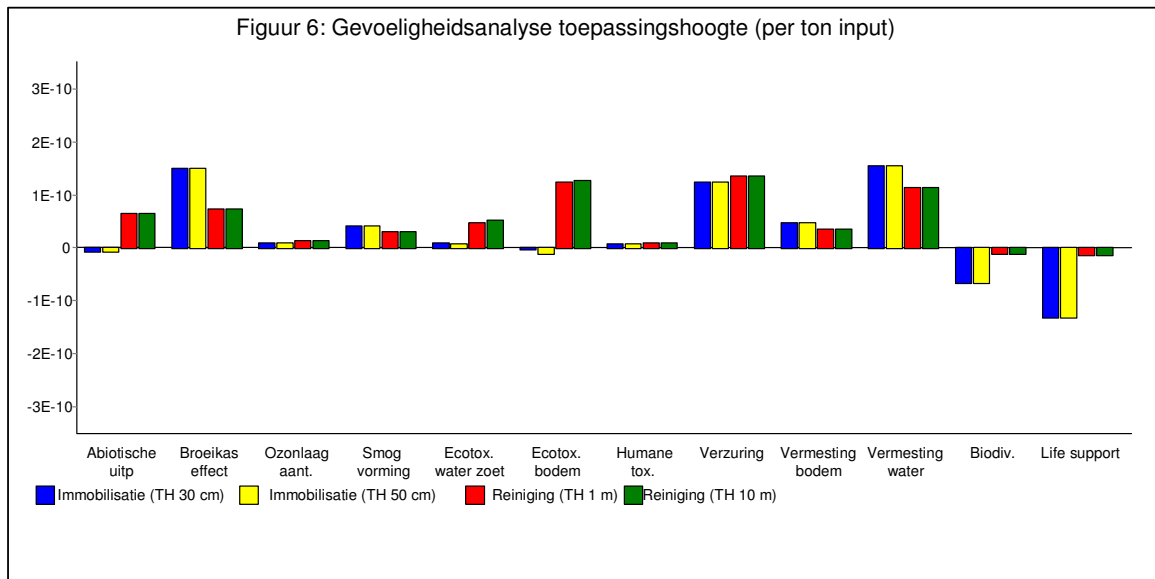
7. Invloed variatie in toepassingshoogte

De toepassingshoogte voor immobilisatie varieert van 30-50 cm. Voor gereinigd zand is het verschil veel groter: 0,2 tot 10 meter. Bij een grotere toepassingshoogte wordt de uitloging minder per ton materiaal.

In figuur 6 staan achtereenvolgens:

1. Immobilisatie met toepassingshoogte 30 cm voor 100% van de toepassingen
2. Immobilisatie met toepassingshoogte 50 cm voor 100% van de toepassingen
3. Reiniging met toepassingshoogte 1 m voor 100% van de toepassingen
4. Reiniging met toepassingshoogte 10 m voor 100% van de toepassingen.

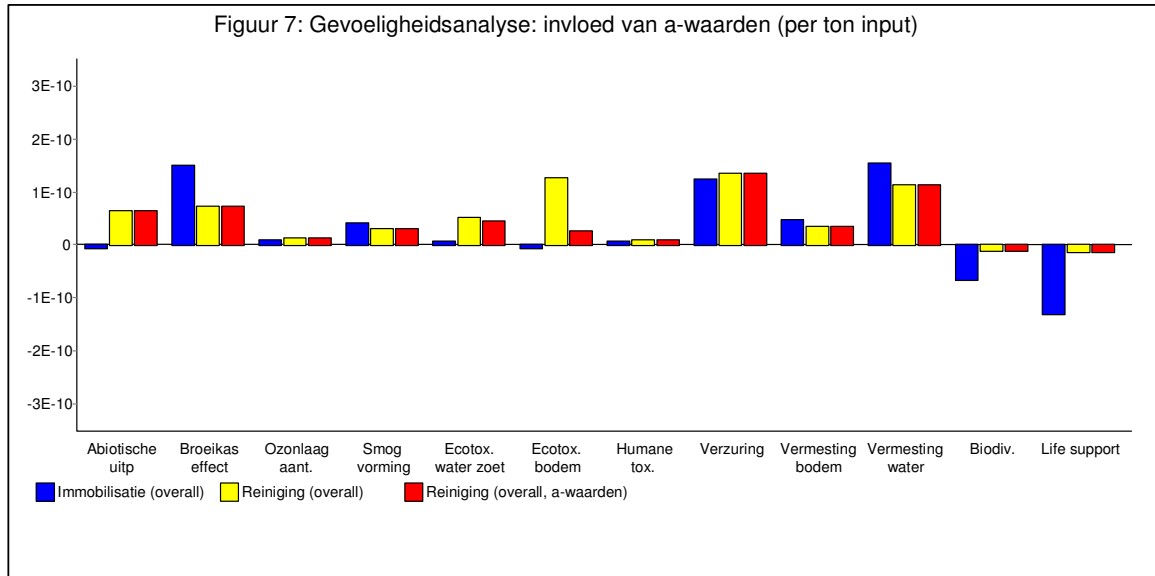
Hierbij zijn alle toepassingen voor 100% afgedekt met uitzondering van de ophoging (50% afdekking).



De toepassingshoogte lijkt weinig invloed te hebben. Dit is het gevolg van de combinatie van effecten van toepassingshoogte en afdekking: Bij grotere toepassingshoogten is er per ton minder uitloging, maar de afdekking is minder, waardoor deze effecten elkaar opheffen. Per saldo is het effect dus gering.

8. Invloed van de a-waarden op de berekening voor uitloging

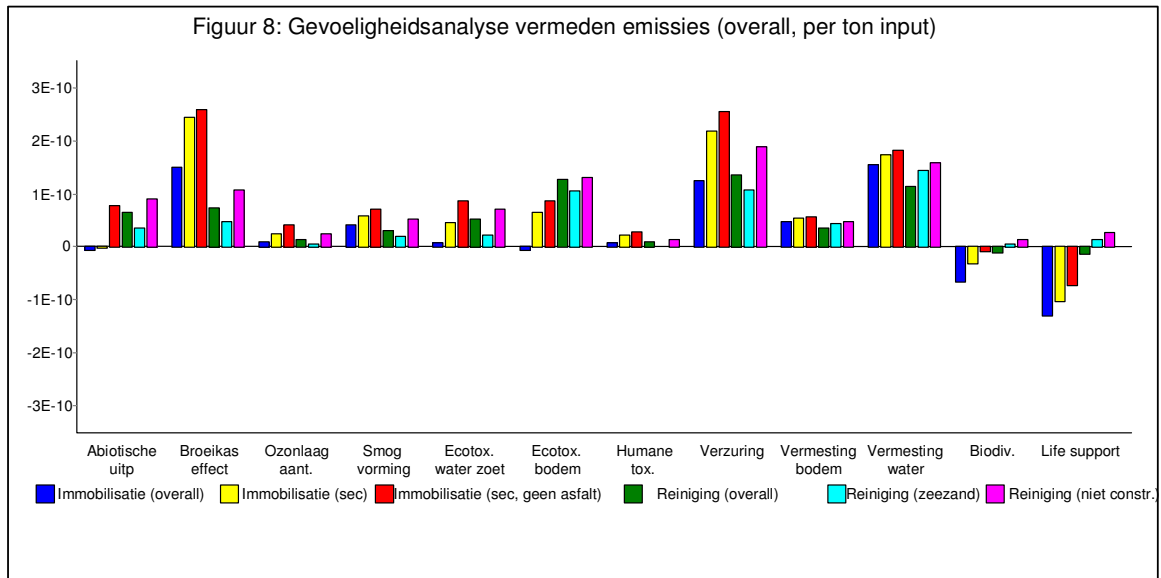
Bij het toepassen van de correctiefactoren conform het bouwstoffenbesluit worden de emissies ten gevolge van uitloging van residu en gereinigd zand vrijwel nul. Hierdoor wordt de bijdrage van ecotoxiciteit voor bodem zeer veel lager. Het verschil tussen immobilisatie en reiniging voor dit effect wordt nu zo klein dat dit niet meer significant is. Het wel of niet toepassen van deze correctiefactoren heeft dus een belangrijke invloed op de conclusies ten aanzien van de basisanalyse.



9. Invloed vermeden emissies

De invloed van de vermeden emissies is berekend aan de hand van onderstaande aannamen ten aanzien van mogelijke uitsparing van materialen bij toepassing van immobilisaat en gereinigd zand.

Proces in figuur 8	Vermeden emissies
Immobilisatie (overall): basisanalyse	Zand/cement stabilisaat (fundering, 80%) Zand/bentoniet (stortafdeling 20%) Asfalt Betongranulaat (2° cyclus) Transport van deze materialen (40 km)
Immobilisatie (sec): uitsparing secundair materiaal menggranulaat i.p.v. zand/cement en zand/bentoniet.	Menggranulaat Asfalt Betongranulaat (2° cyclus) Transport van deze materialen (40 km)
Immobilisatie (sec, geen asfalt): uitsparing secundair materiaal menggranulaat i.p.v. zand/cement en zand/bentoniet.	Menggranulaat Betongranulaat (2° cyclus) Transport van deze materialen (40 km)
Reiniging overall (basisanalyse)	Primair industriezand incl. 225 km transport binnenvaart
Reiniging overall (zeezand)	Zeezand incl. 50 km transport over water en 35 km over land
Reiniging overall (niet constructief)	Alleen vermeden transport 40 km. Bij niet constructieve toepassingen bijv. geluidswal kunnen veel andere typen secundair materiaal worden toegepast.



Uit figuur 8 blijkt dat de vermeden emissies een zeer belangrijke invloed hebben op het resultaat. Bij immobilisatie bepalen in de basisanalyse de uitsparingen van transport, asfalt, cement en zand ca. 80% van de vermeden emissie. Wanneer bij immobilisatie in de toepassing alleen secundaire materialen en transport worden uitgespaard en de besparing op asfalt op 0 wordt gesteld, scoort immobilisatie ten opzicht van reiniging alleen gunstiger op ecotoxiciteit bodem en landgebruik.

De vermeden milieubelasting van primair industriezand en zeezand wordt voor 90% bepaald voor het transport. Voor reiniging is de variatie ten gevolge van de andere aannamen voor het type zand en bijbehorend transport dat wordt uitgespaard minder groot.

10. Invloed gelijkstellen transport

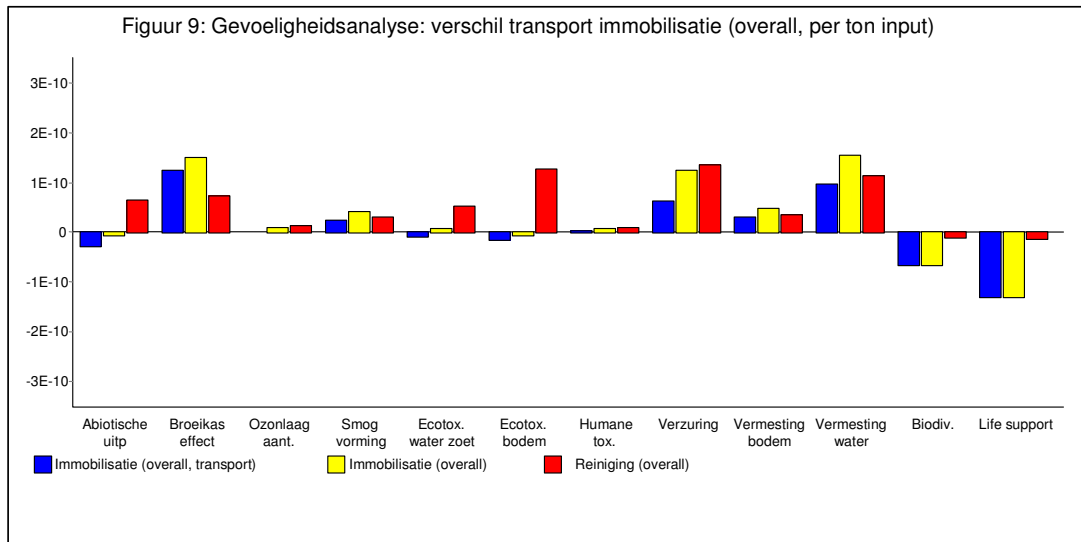
In de gevoeligheidsanalyse is het transport van hulpstoffen en verontreinigde grond meegenomen zoals het is aangegeven door de branche-organisaties:

1. Grondreiniging (overall, gelijk aan de basisanalyse):
 - Grond: 50 km
 - Hulpstof 15 km
2. Immobilisatie (overall, transport):
 - Grond 17,5 km i.p.v 50 km
 - Cement: 15 km
 - NaSiO₃ 10 km i.p.v. 15 km

Voor de overige transporten zijn geen alternatieve gegevens voorhanden, zodat hiervoor de basisanalyse blijft gehandhaafd. In de figuur zijn achtereenvolgens de volgende processen te zien:

1. Immobilisatie (overall, transport) met gewijzigd transport (blauw)
2. Immobilisatie (overall) basisanalyse (geel)
3. Reiniging (overall) basisanalyse (rood)

Het transport heeft invloed op vrijwel alle effecten. Met name bij vermisting is het verschil relevant voor de conclusies, omdat immobilisatie met gewijzigd transport gelijk of lager scoort dan reiniging. Dit betekent dat lokale activiteiten of mobiele installaties gunstiger zijn voor het milieuprofiel.



BIJLAGE 3 Uitlogingsberekeningen

In onderstaande tabel zijn de gegevens met betrekking tot de uitloging samengevat.

Resultaten kolomproeven L/S=10 gegevens NVPG in mg/kg ds																			
Element	Sb	As	Ba	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Pb	Mo	Ni	Se	Sn	V	Zn	Br ⁻	Cl ⁻	F ⁻	S04
Ongereinigde grond	0,05	0,10	0,50	0,002	0,01	0,01	0,80	0,0002	0,50	0,03	0,03	0,01	0,01	0,04	0,90	0,6	45	2,9	250
Residu	0,03	0,05	0,50	0,002	0,01	0,01	0,90	0,0004	0,85	0,02	0,05	0,01	0,01	0,06	1,20	0,6	28	2,9	190
Gereinigd zand	<0,03	0,04	0,24	0,002	0,01	0,01	0,23	0,0002	0,22	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,51	0,6	20	2,5	150
Resultaten kolomproeven L/S=10 in mg/kg ds, gegevens IWACO rapport 2000 gebaseerd op 136 partijen																			
Element	Sb	As	Ba	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Pb	Mo	Ni	Se	Sn	V	Zn	Br ⁻	Cl ⁻	F ⁻	S04
Gereinigd zand		0,12		0,005	0,052		0,18	0,0036	0,17		0,10				0,34				
Resultaten kolom- en diffusieproeven vertaald naar immissie in mg/m2 in "blote" toepassing gegevens NVIP																			
Element	Sb	As	Ba	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Pb	Mo	Ni	Se	Sn	V	Zn	Br ⁻	Cl ⁻	F ⁻	S04
Immobilisaat	1,5	19	108	0,4	4	24	162	0,15	8	73	96	1,7	4	31	15	39	5800	489	17700

De volgende berekeningen zijn uitgevoerd:

1. Basisanalyse

1. A Uitloging in toepassing bij gereinigd zand:

- Gegevens IWACO-rapport [14] voor 8 metalen
- Berekening met model AOO gebaseerd op het bouwstoffenbesluit, correctiefactor niet toegepast (a-waarden op nul gesteld)
- Toepassingshoogte:
 - 10 meter voor ophoging/aanvulling, 50% afdekking.
 - 1 meter voor zandcunet, 100% afdekking
- Toepassing in asfalt en beton (15% van de toepassingen): geen specifieke uitloogdata beschikbaar, niet meegenomen.

1. B uitloging residu in de stort:

- Standaard infiltratie en hoogte uit model AOO gebaseerd op bouwstoffenbesluit, correctiefactor niet toegepast (a-waarden op nul gesteld).
- 10.000 jaar tijdshorizon.
- Gegevens NVPG 8 metalen (19 stoffen opgegeven).

1. C Uitloging in toepassing bij immobilisaat:

- Gegevens NVIP 8 metalen (19 stoffen opgegeven)
- 80% wegfundering: toepassingshoogte 40 cm en sg 1,95 op basis van immissiewaarden (mg/m²). 100% afdekking (emissies maal 0,1).
- 20% stortafdichting, niet meegenomen in de berekening.

2. Uitloging bij blote toepassing

Geen toepassing van correctiefactor voor afdekking (0,1 maal de emissie): 100% blote toepassing voor gereinigd zand en immobilisaat.

3. Uitloging bij gebruik andere uitlooggegevens voor 19 stoffen

3. A Uitloging in toepassing bij gereinigd zand (19 stoffen):

- Gegevens NVPG 19 stoffen
- Berekening met model AOO gebaseerd op het bouwstoffenbesluit, correctiefactor niet toegepast (a-waarden)
- Toepassingshoogte:
 - 10 meter voor ophoging/aanvulling, 50% afdekking.
 - 1 meter voor zandcunet, 100% afdekking
- Toepassing in asfalt en beton (15% van de toepassingen): geen specifieke uitloogdata beschikbaar, niet meegenomen.

3. B uitloging residu in de stort (19 stoffen)

- Berekening met model AOO gebaseerd op het bouwstoffenbesluit, correctiefactor niet toegepast (a-waarden).
- Standaard infiltratie en hoogte uit model AOO gebaseerd op bouwstoffenbesluit.
- 10.000 jaar.
- Gegevens NVPG 19 stoffen

3. C Uitloging in toepassing bij immobilisaat (19 stoffen):

- Gegevens NVIP 19 stoffen
- 80% wegfundering: toepassingshoogte 40 cm en sg 1,95 op basis immissiewaarden. 100% afdekking.
- Berekening met model AOO gebaseerd op het bouwstoffenbesluit, correctiefactor niet toegepast (a-waarden).
- 20% stortafdichting, uitloging niet meegenomen.

4. Uitloging 100 jaar voor residu

4. A uitloging residu in de stort (8 stoffen, 100 jaar)
 - Standaard infiltratie en hoogte uit model AOO gebaseerd op bouwstoffenbesluit.
 - Berekening met model AOO gebaseerd op het bouwstoffenbesluit, correctiefactor niet toegepast (a-waarden).
 - 100 jaar voor uitloging.
 - Gegevens NVPG 8 stoffen.

5. Analyse van de uitloging inclusief correctiefactoren voor gereinigd zand en residu

5. A Uitloging in toepassing bij gereinigd zand:
 - Gegevens IWACO-rapport [14] voor 8 metalen
 - Berekening met model AOO gebaseerd op het bouwstoffenbesluit
 - Toepassingshoogte:
 - 10 meter voor ophoging/aanvulling, 50% afdekking.
 - 1 meter voor zandcunet, 100% afdekking
 - Toepassing in asfalt en beton (15% van de toepassingen): geen specifieke uitloogdata beschikbaar, niet meegenomen.
5. B uitloging residu in de stort:
 - Standaard infiltratie en hoogte uit model AOO gebaseerd op bouwstoffenbesluit.
 - 10.000 jaar tijdshorizon.
 - Gegevens NVPG 8 metalen (19 stoffen opgegeven).

**Resultaten berekening 1 en 2 (basisanalyse met afdekking en blote toepassing)
dataset 8 stoffen**

Berekening voor kolomproef met L/S=10 (i.h.a. nuttige toepassing)							
Uitloging gereinigde grond voor 8 metalen (ophoging/aanvulling)							
Hoogte (m)	10						
Infiltratie (mm/jr)	300						
Soortelijk massa	1550						
Tijd (metalen)	100						
Tijd (anionen)	1						
		INVOER		RESULTAAT			
		↓		↓			
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m ²) in praktijk	Blote toepassing Emissie mg/t, a=0	a	k	Afdekking 50% factor 0,55
Metalen	As	0,12	404,83	26,12	0	0,03	1,4E+01
	Ba	0	0,00	0,00	0	0,15	0,0E+00
	Cd	0,005	48,38	3,12	0	0,5	1,7E+00
	Co	0	0,00	0,00	0	0,2	0,0E+00
	Cr	0,052	284,06	18,33	0	0,18	1,0E+01
	Cu	0,18	1242,85	80,18	0	0,28	4,4E+01
	Hg	0,0036	13,08	0,84	0	0,05	4,6E-01
	Mo	0	0,00	0,00	0	0,35	0,0E+00
	Ni	0,1	704,53	45,45	0	0,29	2,5E+01
	Pb	0,17	1149,75	74,18	0	0,27	4,1E+01
	Sb	0	0,00	0,00	0	0,11	0,0E+00
	Se	0	0,00	0,00	0	0,38	0,0E+00
	Sn	0	0,00	0,00	0	0,19	0,0E+00
	V	0	0,00	0,00	0	0,05	0,0E+00
	W	-	0,00	0,00	0		0,0E+00
	Zn	0,34	2347,61	151,46	0	0,28	8,3E+01
Anionen	Br	0	0,00	0,00	0	0,35	0,0E+00
	Cl	0	0,00	0,00	0	0,57	0,0E+00
	CN-tot	0	0,00	0,00	0	0,35	0,0E+00
	CN-vrij	0	0,00	0,00	0	0,35	0,0E+00
	F	0	0,00	0,00	0	0,22	0,0E+00
	SO4	0	0,00	0,00	0	0,33	0,0E+00

Berekening voor kolomproef met L/S=10 (i.h.a. nuttige toepassing)						
Uitloging gereinigde grond voor 8 metalen, zandcunet						
Hoogte (m)		1				
Infiltratie (mm/jr)		300				
Soortelijk massa		1550				
Tijd (metalen)		100				
Tijd (anionen)		1				

		INVOER	RESULTAAT				
		Gemeten uitloging (mg/kg)	Emissie (mg/m ²)	Blote toepassing	a	k	Afdekking 100%
		mbv kolomproef (L/S=10)	in praktijk	Emissie mg/t, a=0			factor 0,1
Metalen	As	0,12	316,10	2,0E+02	0	0,03	2,0E+01
	Ba	0	0,00	0,0E+00	0	0,15	0,0E+00
	Cd	0,005	7,80	5,0E+00	0	0,5	5,0E-01
	Co	0	0,00	0,0E+00	0	0,2	0,0E+00
	Cr	0,052	93,60	6,0E+01	0	0,18	6,0E+00
	Cu	0,18	295,75	1,9E+02	0	0,28	1,9E+01
	Hg	0,0036	8,79	5,7E+00	0	0,05	5,7E-01
	Mo	0	0,00	0,0E+00	0	0,35	0,0E+00
	Ni	0,1	163,43	1,1E+02	0	0,29	1,1E+01
	Pb	0,17	280,97	1,8E+02	0	0,27	1,8E+01
	Sb	0	0,00	0,0E+00	0	0,11	0,0E+00
	Se	0	0,00	0,0E+00	0	0,38	0,0E+00
	Sn	0	0,00	0,0E+00	0	0,19	0,0E+00
	V	0	0,00	0,0E+00	0	0,05	0,0E+00
	W	-	0,00	0,0E+00	0		0,0E+00
	Zn	0,34	558,64	3,6E+02	0	0,28	3,6E+01
Anionen	Br	0	0,00	0,0E+00	0	0,35	0,0E+00
	Cl	0	0,00	0,0E+00	0	0,57	0,0E+00
	CN-tot	0	0,00	0,0E+00	0	0,35	0,0E+00
	CN-vrij		0,00	0,0E+00	0	0,35	0,0E+00
	F	0	0,00	0,0E+00	0	0,22	0,0E+00
	SO4	0	0,00	0,0E+00	0	0,33	0,0E+00

Uitloging immobilisaat 1C + 2 (8 stoffen)

element	immissie (mg/m ²)	blote toepassing			onder afdekking: maal 0,1		
		30 cm mg per ton	40 cm mg per ton	50 cm mg per ton	30 cm mg per ton	40 cm mg per ton	50 cm mg per ton
antimoon	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
arseen	19,2	32,9	24,7	19,7	3,29E+00	2,47E+00	1,97E+00
barium	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
cadmium	0,4	0,7	0,5	0,4	7,08E-02	5,31E-02	4,25E-02
chrom	4,1	7,1	5,3	4,2	7,08E-01	5,31E-01	4,25E-01
kobalt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
koper	161,5	276,1	207,1	165,7	2,76E+01	2,07E+01	1,66E+01
kwik	0,1	0,2	0,1	0,1	1,98E-02	1,49E-02	1,19E-02
lood	8,3	14,2	10,6	8,5	1,42E+00	1,06E+00	8,49E-01
molybdeen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
nikkel	96,2	164,4	123,3	98,6	1,64E+01	1,23E+01	9,86E+00
seleen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
tin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
vanadium	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
zink	15,4	26,3	19,7	15,8	2,63E+00	1,97E+00	1,58E+00
fluoride	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
chloride	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
sulfaat	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
bromide	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

laagdikte (cm) kg/m² (sg=1,95)

30	585
40	780
50	975

Tabellen bij berekening 3: dataset met 19 stoffen

Berekening voor kolomproef met L/S=10 (i.h.a. nuttige toepassing)							
3A uitloging gereinigd zand voor 19 metalen (ophoging/aanvulling)							
Hoogte (m)	10						
Infiltratie (mm/jr)	300						
Soortelijk massa	1550						
Tijd (metalen)	100						
Tijd (anionen)	1						
		INVOER		RESULTAAT			
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m ²) in praktijk	Blote toepassing Emissie mg/t, a=0	a	k	Afdekking 50% factor 0,55
Metalen	As	0,04	134,94	8,71E+00	0	0,03	4,79E+00
	Ba	0,24	1206,58	7,78E+01	0	0,15	4,28E+01
	Cd	0,002	19,35	1,25E+00	0	0,5	6,87E-01
	Co	0,01	57,54	3,71E+00	0	0,2	2,04E+00
	Cr	0,01	54,63	3,52E+00	0	0,18	1,94E+00
	Cu	0,23	1588,09	1,02E+02	0	0,28	5,64E+01
	Hg	0,0002	0,73	4,69E-02	0	0,05	2,58E-02
	Mo	0,02	157,29	1,01E+01	0	0,35	5,58E+00
	Ni	0,01	70,45	4,55E+00	0	0,29	2,50E+00
	Pb	0,22	1487,91	9,60E+01	0	0,27	5,28E+01
	Sb	0,03	133,66	8,62E+00	0	0,11	4,74E+00
	Se	0,01	82,56	5,33E+00	0	0,38	2,93E+00
	Sn	0,01	56,08	3,62E+00	0	0,19	1,99E+00
	V	0,04	145,34	9,38E+00	0	0,05	5,16E+00
	W	-	0,00	0,00E+00	0		0,00E+00
	Zn	0,51	3521,42	2,27E+02	0	0,28	1,25E+02
Anionen	Br	0,6	64,74	4,18E+00	0	0,35	2,30E+00
	Cl	20	3412,62	2,20E+02	0	0,57	1,21E+02
	CN-tot		0,00	0,00E+00	0	0,35	0,00E+00
	CN-vrij		0,00	0,00E+00	0	0,35	0,00E+00
	F	2,5	185,17	1,19E+01	0	0,22	6,57E+00
	SO4	150	15369,55	9,92E+02	0	0,33	5,45E+02

Berekening voor kolomproef met L/S=10 (i.h.a. nuttige toepassing)
3A uitloging gereinigd zand voor 19 metalen, zandcunet

Hoogte (m) 1
 Infiltratie (mm/jr) 300
 Soortelijk massa 1550
 Tijd (metalen) 100
 Tijd (anionen) 1

		INVOER	RESULTAAT					
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m ²) in praktijk	Blote toepassing Emissie mg/t, a=0	a	k	Afdekking 100% factor 0,1	
Metalen	As	0,04	105,37	68	0	0,03	6,8	
	Ba	0,24	452,58	292	0	0,15	29,2	
	Cd	0,002	3,12	2	0	0,5	0,2	
	Co	0,01	17,55	11	0	0,2	1,1	
	Cr	0,01	18,00	12	0	0,18	1,2	
	Cu	0,23	377,90	244	0	0,28	24,4	
	Hg	0,0002	0,49	0	0	0,05	0,0	
	Mo	0,02	31,93	21	0	0,35	2,1	
	Ni	0,01	16,34	11	0	0,29	1,1	
	Pb	0,22	363,60	235	0	0,27	23,5	
	Sb	0,03	61,41	40	0	0,11	4,0	
	Se	0,01	15,84	10	0	0,38	1,0	
	Sn	0,01	17,77	11	0	0,19	1,1	
	V	0,04	97,70	63	0	0,05	6,3	
	W	-	0,00	0	0		0,0	
	Zn	0,51	837,95	541	0	0,28	54,1	
	Anionen	Br	0,6	62,81	41	0	0,35	4,1
		Cl	20	3248,97	2096	0	0,57	209,6
		CN-tot		0,00	0	0	0,35	0,0
CN-vrij			0,00	0	0	0,35	0,0	
F		2,5	181,67	117	0	0,22	11,7	
	SO4	150	14936,60	9637	0	0,33	963,7	

DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Berekening voor kolomproef met L/S=10															
Uitloging uit residu: emissies uit percolaat															
Hoogte (m)		7,5													
Infiltratie (mm/jr)		300													
Soortelijk massa		1400													
Tijd (metalen)		15													
Tijd (anionen)		1													
		<table border="1"> <tr> <th>INVOER</th> <th>RESULTAAT</th> </tr> </table>		INVOER	RESULTAAT										
INVOER	RESULTAAT														
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m2) in praktijk	mg/kg residu gestort 47% vocht	a	k	600 ltr percolaat per ton residu mg/ltr percolaat	naar percolaat mg/ton	reinigings rendement	naar RWZI mg/ton	naar bodem mg/ton	naar water mg/ton	naar bodem mg/kg		
Metalen	As	0,05	25,88	1,31E-03	0	0,03	2,18E-03	1,31	0,8	2,61E-01	2,61E-03	5,22E-02	2,61E-06		
	Ba	0,5	420,77	2,12E-02	0	0,15	3,54E-02	21,24	0,75	5,31E+00	4,25E-02	1,33E+00	4,25E-05		
	Cd	0,002	4,08	2,06E-04	0	0,5	3,43E-04	0,21	0,72	5,76E-02	4,12E-04	1,61E-02	4,12E-07		
	Co	0,01	9,98	5,04E-04	0	0,2	8,39E-04	0,50	0,75	1,26E-01	1,01E-03	3,15E-02	1,01E-06		
	Cr	0,01	9,34	4,71E-04	0	0,18	7,86E-04	0,47	0,89	5,19E-02	9,43E-04	5,70E-03	9,43E-07		
	Cu	0,9	1137,79	5,74E-02	0	0,28	9,57E-02	57,43	0,92	4,59E+00	1,15E-01	3,68E-01	1,15E-04		
	Hg	0,0004	0,23	1,14E-05	0	0,05	1,90E-05	0,01	0,91	1,03E-03	2,28E-05	9,25E-05	2,28E-08		
	Mo	0,02	30,16	1,52E-03	0	0,35	2,54E-03	1,52	0,75	3,81E-01	3,04E-03	9,52E-02	3,04E-06		
	Ni	0,05	64,93	3,28E-03	0	0,29	5,46E-03	3,28	0,46	1,77E+00	6,55E-03	9,56E-01	6,55E-06		
	Pb	0,85	1045,50	5,28E-02	0	0,27	8,80E-02	52,77	0,91	4,75E+00	1,06E-01	4,27E-01	1,06E-04		
	Sb	0,03	21,74	1,10E-03	0	0,11	1,83E-03	1,10	0,75	2,74E-01	2,20E-03	6,86E-02	2,20E-06		
	Se	0,01	16,14	8,15E-04	0	0,38	1,36E-03	0,81	0,75	2,04E-01	1,63E-03	5,09E-02	1,63E-06		
	Sn	0,01	9,66	4,87E-04	0	0,19	8,12E-04	0,49	0,75	1,22E-01	9,75E-04	3,05E-02	9,75E-07		
	V	0,06	33,95	1,71E-03	0	0,05	2,86E-03	1,71	0,75	4,28E-01	3,43E-03	1,07E-01	3,43E-06		
	W	-	0,00		0		0,00E+00	0,00							
	Zn	1,2	1517,05	7,66E-02	0	0,28	1,28E-01	76,58	0,75	1,91E+01	1,53E-01	4,79E+00	1,53E-04		
Anionen	Br	0,6	64,64	3,26E-03	0	0,35	5,44E-03	3,26							
	Cl	28	4765,17	2,41E-01	0	0,57	4,01E-01	240,53							
	CN-tot		0,00	0,00E+00	0	0,35	0,00E+00	0,00							
	CN-vrij		0,00	0,00E+00	0	0,35	0,00E+00	0,00							
	F	2,9	214,58	1,08E-02	0	0,22	1,81E-02	10,83							
	SO4	190	19438,56	9,81E-01	0	0,33	1,64E+00	981,18							

Berekening voor kolomproef met L/S=10						
Uitloging residu (10.000 jr) 19 stoffen						
Hoogte (m)	15					
Infiltratie (mm/jr)	0,5					
Soortelijk massa	1400					
Tijd (metalen)	10000					
Tijd (anionen)	100					
		INVOER	RESULTAAT			
		↓	↓			
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m ²) in praktijk	mg/kg residu gestort 47% vocht	a	k
Metalen	As	0,05	28,83	7,28E-04	0	0,03
	Ba	0,5	474,19	1,20E-02	0	0,15
	Cd	0,002	4,75	1,20E-04	0	0,5
	Co	0,01	11,29	2,85E-04	0	0,2
	Cr	0,01	10,55	2,66E-04	0	0,18
	Cu	0,9	1297,84	3,28E-02	0	0,28
	Hg	0,0004	0,25	6,38E-06	0	0,05
	Mo	0,02	34,63	8,74E-04	0	0,35
	Ni	0,05	74,13	1,87E-03	0	0,29
	Pb	0,85	1191,47	3,01E-02	0	0,27
	Sb	0,03	24,41	6,16E-04	0	0,11
	Se	0,01	18,58	4,69E-04	0	0,38
	Sn	0,01	10,92	2,76E-04	0	0,19
	V	0,06	37,90	9,56E-04	0	0,05
	W	-	0,00	0,00E+00	0	
	Zn	1,2	1730,45	4,37E-02	0	0,28
Anionen	Br	0,6	10,82	2,73E-04	0	0,35
	Cl	28	800,14	2,02E-02	0	0,57
	CN-tot		0,00	0,00E+00	0	0,35
	CN-vrij		0,00	0,00E+00	0	0,35
	F	2,9	35,87	9,05E-04	0	0,22
	SO4	190	3253,78	8,21E-02	0	0,33

Uitloging immobilisaat 3C (19 stoffen)							
element	immissie (mg/m ²)	blote toepassing			onder afdekking: maal 0,1		
		30 cm mg per ton	40 cm mg per ton	50 cm mg per ton	30 cm mg per ton	40 cm mg per ton	50 cm mg per ton
antimoon	1,54E+00	2,63E+00	1,97E+00	1,58E+00	2,63E-01	1,97E-01	1,58E-01
arseen	1,92E+01	3,29E+01	2,47E+01	1,97E+01	3,29E+00	2,47E+00	1,97E+00
barium	1,08E+02	1,84E+02	1,38E+02	1,10E+02	1,84E+01	1,38E+01	1,10E+01
cadmium	4,14E-01	7,08E-01	5,31E-01	4,25E-01	7,08E-02	5,31E-02	4,25E-02
chrom	4,14E+00	7,08E+00	5,31E+00	4,25E+00	7,08E-01	5,31E-01	4,25E-01
kobalt	2,38E+01	4,08E+01	3,06E+01	2,45E+01	4,08E+00	3,06E+00	2,45E+00
koper	1,62E+02	2,76E+02	2,07E+02	1,66E+02	2,76E+01	2,07E+01	1,66E+01
kwik	1,16E-01	1,98E-01	1,49E-01	1,19E-01	1,98E-02	1,49E-02	1,19E-02
lood	8,28E+00	1,42E+01	1,06E+01	8,49E+00	1,42E+00	1,06E+00	8,49E-01
molybdeen	7,31E+01	1,25E+02	9,37E+01	7,50E+01	1,25E+01	9,37E+00	7,50E+00
nikkel	9,62E+01	1,64E+02	1,23E+02	9,86E+01	1,64E+01	1,23E+01	9,86E+00
seleen	1,66E+00	2,83E+00	2,12E+00	1,70E+00	2,83E-01	2,12E-01	1,70E-01
tin	4,14E+00	7,08E+00	5,31E+00	4,25E+00	7,08E-01	5,31E-01	4,25E-01
vanadium	3,08E+01	5,26E+01	3,94E+01	3,16E+01	5,26E+00	3,94E+00	3,16E+00
zink	1,54E+01	2,63E+01	1,97E+01	1,58E+01	2,63E+00	1,97E+00	1,58E+00
fluoride	4,89E+02	8,35E+02	6,26E+02	5,01E+02	8,35E+01	6,26E+01	5,01E+01
chloride	5,77E+03	9,86E+03	7,40E+03	5,92E+03	9,86E+02	7,40E+02	5,92E+02
sulfaat	1,77E+04	3,02E+04	2,27E+04	1,81E+04	3,02E+03	2,27E+03	1,81E+03
bromide	3,85E+01	6,57E+01	4,93E+01	3,94E+01	6,57E+00	4,93E+00	3,94E+00

laagdikte (cm)	kg/m ² (sg=1,95)
30	585
40	780
50	975

Resultaat berekening 4 uitloging residu 100 jaar (emissies van percolaat zijn gelijk aan berekening 1)

Berekening voor kolomproef met L/S=10 (i.h.a. nuttige toepassing)						
Uitloging residu (100 jaar)						
Hoogte (m)	15				1	
Infiltratie (mm/jr)	0,5					
Soortelijk massa	1400					
Tijd (metalen)	100					
Tijd (anionen)	1					
		INVOER	RESULTAAT			
		↓	↓			
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m ²) in praktijk	mg/kg residu gestort 47% vocht	a	k
Metalen	As	0,05	0,29	7,30E-06	0	0,03
	Ba	0,5	4,83	1,22E-04	0	0,15
	Cd	0,002	0,05	1,27E-06	0	0,5
	Co	0,01	0,12	2,92E-06	0	0,2
	Cr	0,01	0,11	2,72E-06	0	0,18
	Cu	0,9	13,41	3,38E-04	0	0,28
	Hg	0,0004	0,00	6,41E-08	0	0,05
	Mo	0,02	0,36	9,10E-06	0	0,35
	Ni	0,05	0,77	1,94E-05	0	0,29
	Pb	0,85	12,30	3,10E-04	0	0,27
	Sb	0,03	0,25	6,24E-06	0	0,11
	Se	0,01	0,19	4,90E-06	0	0,38
	Sn	0,01	0,11	2,82E-06	0	0,19
	V	0,06	0,38	9,62E-06	0	0,05
	W	-	0,00	0,00E+00	0	
	Zn	1,2	17,88	4,51E-04	0	0,28
	Anionen	Br	0,6	0,11	2,73E-06	0
Cl		28	8,01	2,02E-04	0	0,57
CN-tot			0,00	0,00E+00	0	0,35
CN-vrij			0,00	0,00E+00	0	0,35
F		2,9	0,36	9,05E-06	0	0,22
	SO4	190	32,55	8,22E-04	0	0,33

Resultaat berekening 5: uitloging gereinigd zand en residu incl. a-waarden

Berekening voor kolomproef met L/S=10 (i.h.a. nuttige toepassing)							
Uitloging gereinigd zand voor 8 metalen (ophoging/aanvulling) inclusief a-waarden							
Hoogte (m)	10						
Infiltratie (mm/jr)	300						
Soortelijk massa	1550						
Tijd (metalen)	100						
Tijd (anionen)	1						
		INVOER	RESULTAAT				
		↓	↓				
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m ²) in praktijk	Blote toepassing Emissie mg/t, a=0	a	k	Afdekking 50% factor 0,55
Metalen	As	0,12	0,00	0,00	0,7	0,03	0,0E+00
	Ba	0	0,00	0,00	0,9	0,15	0,0E+00
	Cd	0,005	0,00	0,00	0,021	0,5	0,0E+00
	Co	0	0,00	0,00	0,18	0,2	0,0E+00
	Cr	0,052	0,00	0,00	0,09	0,18	0,0E+00
	Cu	0,18	0,00	0,00	0,25	0,28	0,0E+00
	Hg	0,0036	0,00	0,00	0,016	0,05	0,0E+00
	Mo	0	0,00	0,00	0,15	0,35	0,0E+00
	Ni	0,1	0,00	0,00	0,63	0,29	0,0E+00
	Pb	0,17	0,00	0,00	0,8	0,27	0,0E+00
	Sb	0	0,00	0,00	0,02	0,11	0,0E+00
	Se	0	0,00	0,00	0,03	0,38	0,0E+00
	Sn	0	0,00	0,00	0,03	0,19	0,0E+00
	V	0	0,00	0,00	0,4	0,05	0,0E+00
	W	-	0,00	0,00			0,0E+00
	Zn	0,34	0,00	0,00	2	0,28	0,0E+00
	Anionen	Br	0	0,00	0,00	2,6	0,35
Cl		0	0,00	0,00	51	0,57	0,0E+00
CN-tot		0	0,00	0,00	0	0,35	0,0E+00
CN-vrij		0	0,00	0,00	0	0,35	0,0E+00
F		0	0,00	0,00	1,5	0,22	0,0E+00
SO4		0	0,00	0,00	118	0,33	0,0E+00

Berekening voor kolomproef met L/S=10 (i.h.a. nuttige toepassing)							
Uitloging gereinigde grond voor 8 metalen, zandcunet, incl. a-waarden							
Hoogte (m)		1					
Infiltratie (mm/jr)		300					
Soortelijk massa		1550					
Tijd (metalen)		100					
Tijd (anionen)		1					
		INVOER	RESULTAAT				
		↓	↓				
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m ²) in praktijk	Blote toepassing Emissie mg/t, a=0	a	k	Afdekking 100% factor 0,1
Metalen	As	0,12	0,00	0,0E+00	0,7	0,03	0,0E+00
	Ba	0	0,00	0,0E+00	0,9	0,15	0,0E+00
	Cd	0,005	0,00	0,0E+00	0,021	0,5	0,0E+00
	Co	0	0,00	0,0E+00	0,18	0,2	0,0E+00
	Cr	0,052	0,00	0,0E+00	0,09	0,18	0,0E+00
	Cu	0,18	0,00	0,0E+00	0,25	0,28	0,0E+00
	Hg	0,0036	0,00	0,0E+00	0,016	0,05	0,0E+00
	Mo	0	0,00	0,0E+00	0,15	0,35	0,0E+00
	Ni	0,1	0,00	0,0E+00	0,63	0,29	0,0E+00
	Pb	0,17	0,00	0,0E+00	0,8	0,27	0,0E+00
	Sb	0	0,00	0,0E+00	0,02	0,11	0,0E+00
	Se	0	0,00	0,0E+00	0,03	0,38	0,0E+00
	Sn	0	0,00	0,0E+00	0,03	0,19	0,0E+00
	V	0	0,00	0,0E+00	0,4	0,05	0,0E+00
	W	-	0,00	0,0E+00			0,0E+00
	Zn	0,34	0,00	0,0E+00	2	0,28	0,0E+00
Anionen	Br	0	0,00	0,0E+00	2,6	0,35	0,0E+00
	Cl	0	0,00	0,0E+00	51	0,57	0,0E+00
	CN-tot	0	0,00	0,0E+00	0	0,35	0,0E+00
	CN-vrij		0,00	0,0E+00	0	0,35	0,0E+00
	F	0	0,00	0,0E+00	1,5	0,22	0,0E+00
	SO ₄	0	0,00	0,0E+00	118	0,33	0,0E+00

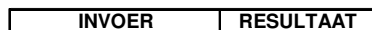
DHV Ruimte en Mobiliteit BV

Berekening voor kolomproef met L/S=10

Emissies uit percolaat (incl. a-waarden) dataset 8 stoffen

Hoogte (m)	7,5
Infiltratie (mm/jr)	300
Soortelijk massa	1400
Tijd (metalen)	15
Tijd (anionen)	1

uitloging residu



		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m2) in praktijk	mg/kg residu gestort 47% vocht	a	k	600 ltr percolaat per ton residu mg/ltr percolaat	naar percolaat mg/ton	reinigings rendement	naar RWZI mg/ton	naar bodem mg/ton	naar water mg/ton	naar bodem mg/kg
Metalen	As	0,05	0,00	0,00E+00	0,7	0,03	0,00E+00	0,00	0,8	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Ba	0	0,00	0,00E+00	0,9	0,15	0,00E+00	0,00	0,75	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Cd	0,002	0,00	0,00E+00	0,021	0,5	0,00E+00	0,00	0,72	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Co	0	0,00	0,00E+00	0,18	0,2	0,00E+00	0,00	0,75	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Cr	0,01	0,00	0,00E+00	0,09	0,18	0,00E+00	0,00	0,89	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Cu	0,9	821,74	4,15E-02	0,25	0,28	6,91E-02	41,48	0,92	3,32E+00	8,30E-02	2,65E-01	8,30E-05
	Hg	0,0004	0,00	0,00E+00	0,016	0,05	0,00E+00	0,00	0,91	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Mo	0	0,00	0,00E+00	0,15	0,35	0,00E+00	0,00	0,75	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Ni	0,05	0,00	0,00E+00	0,63	0,29	0,00E+00	0,00	0,46	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Pb	0,85	61,50	3,10E-03	0,8	0,27	5,17E-03	3,10	0,91	2,79E-01	6,21E-03	2,51E-02	6,21E-06
	Sb	0	0,00	0,00E+00	0,02	0,11	0,00E+00	0,00	0,75	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Se	0	0,00	0,00E+00	0,03	0,38	0,00E+00	0,00	0,75	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Sn	0	0,00	0,00E+00	0,03	0,19	0,00E+00	0,00	0,75	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	V	0	0,00	0,00E+00	0,4	0,05	0,00E+00	0,00	0,75	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	W	0	0,00	0,00E+00			0,00E+00	0,00					
	Zn	1,2	0,00	0,00E+00	2	0,28	0,00E+00	0,00	0,75	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Anionen	Br	0	0,00	0,00E+00	2,6	0,35	0,00E+00	0,00				
Cl		0	0,00	0,00E+00	51	0,57	0,00E+00	0,00					
CN-tot			0,00	0,00E+00	0	0,35	0,00E+00	0,00					
CN-vrij			0,00	0,00E+00	0	0,35	0,00E+00	0,00					
F		0	0,00	0,00E+00	1,5	0,22	0,00E+00	0,00					
SO4	0	0,00	0,00E+00	118	0,33	0,00E+00	0,00						

Berekening voor kolomproef met L/S=10						
Uitloging residu (10.000 jr) incl a-waarden						
Hoogte (m)		15				
Infiltratie (mm/jr)		0,5				
Soortelijk massa		1400				
Tijd (metalen)		10000				
Tijd (anionen)		100				
		INVOER		RESULTAAT		
		↓	↓			
		Gemeten uitloging (mg/kg) mbv kolomproef (L/S=10)	Emissie (mg/m2) in praktijk	mg/kg residu gestort 47% vocht	a	k
Metalen	As	0,05	0,00	0,00E+00	0,7	0,03
	Ba	0	0,00	0,00E+00	0,9	0,15
	Cd	0,002	0,00	0,00E+00	0,021	0,5
	Co	0	0,00	0,00E+00	0,18	0,2
	Cr	0,01	0,00	0,00E+00	0,09	0,18
	Cu	0,9	937,33	2,37E-02	0,25	0,28
	Hg	0,0004	0,00	0,00E+00	0,016	0,05
	Mo	0	0,00	0,00E+00	0,15	0,35
	Ni	0,05	0,00	0,00E+00	0,63	0,29
	Pb	0,85	70,09	1,77E-03	0,8	0,27
	Sb	0	0,00	0,00E+00	0,02	0,11
	Se	0	0,00	0,00E+00	0,03	0,38
	Sn	0	0,00	0,00E+00	0,03	0,19
	V	0	0,00	0,00E+00	0,4	0,05
	W	0	0,00	0,00E+00		
	Zn	1,2	0,00	0,00E+00	2	0,28
Anionen	Br	0	0,00	0,00E+00	2,6	0,35
	Cl	0	0,00	0,00E+00	51	0,57
	CN-tot		0,00	0,00E+00	0	0,35
	CN-vrij		0,00	0,00E+00	0	0,35
	F	0	0,00	0,00E+00	1,5	0,22
	SO4	0	0,00	0,00E+00	118	0,33

BIJLAGE 4 Ingreep tabellen

Immobilisatieproces op basis van 1 ton input ernstig verontreinigde grond			
ASPECT		SPECIFICATIE	INGREEP
1.	Energieverbruik	Diesel (MJ)	18,3
		Electriciteit (kWh)	0,6
2.	Transport	Transport grond (tkm)	50
		Transport hulpstoffen (tkm)	1,5
3.	Grond- en hulpstoffen	Cement (CEM III A 52,5) kg	90
		Silicaat kg	10
4.	Landgebruik	Landgebruik industrieel (m ² jaar)	0,214
5.	Emissies lucht		
6.	Emissies water		
7.	Emissies bodem		
8.	Finaal afval	Restafval AVI (kg)	1
9.	Vermeden transport		
10.	Vermeden producten		
11.	Output product	Immobilisaat (kg)	1070

Toepassen immobilisaat op basis van 1 ton input ernstig verontreinigde grond		
ASPECT	SPECIFICATIE	INGREEP
1.	Energieverbruik	
2.	Transport	Aanvoer immobilisaat 40 km (tkm)
3.	Grond- en hulpstoffen	Input immobilisaat (kg)
4.	Landgebruik	
5.	Emissies lucht	
6.	Emissies water	
7.	Emissies bodem	Uitloging immobilisaat, 100 jaar, 1070 kg toegepast als wegfundering (mg)
		As 2,64
		Cd 5,7E-2
		Cr 5,7E-1
		Cu 22,1
		Hg 1,59E-2
		Pb 1,13
		Ni 13,2
		Zn 2,11
8.	Finaal afval	
9.	Vermeden transport	Vermeden transport aanvoer cement, zand, bentoniet en asfalt (tkm)
10.	Vermeden emissie producten/processen	Primair zand kg 1008 Cement (CEM III A 52,5) kg 43 Bentoniet kg 19,3 Asfalt kg 60 Betongranulaat (2e cyclus) kg 1070
11.	Output product	Immobilisaat (kg) 1070
12.	Achtergrondprocessen	Slopen (2 ^e cyclus) kg 1070 Breken (2 ^e cyclus) kg 1070

Reinigingsproces op basis van 1 ton input ernstig verontreinigde grond			
ASPECT		SPECIFICATIE	INGREEP
1.	Energieverbruik	Diesel (MJ) Electriciteit (kWh)	11,5 10
2.	Transport	Transport grond (tkm) Transport hulpstoffen (tkm)	50 0,003
3.	Grond- en hulpstoffen	Vlokmiddel kg	0,2
4.	Landgebruik	Landgebruik industrieel (m2jaar)	0,05
5.	Emissies lucht		
6.	Emissies water		
7.	Emissies bodem		
8.	Finaal afval	Residu (kg)	220
9.	Vermeden transport		
10.	Vermeden producten		
11.	Output product	Gereinigd zand (kg)	682

Toepassen gereinigd zand op basis van 1 ton input ernstig verontreinigde grond			
ASPECT	SPECIFICATIE	INGREEP	
1.	Energieverbruik		
2.	Transport	Aanvoer zand 40 km (tkm)	27,3
3.	Grond- en hulpstoffen	Input gereinigd zand (kg)	682
4.	Landgebruik		
5.	Emissies lucht		
6.	Emissies water		
7.	Emissies bodem	Uitloging gereinigd zand, 100 jaar, 481 kg toegepast als ophoging (mg) As 6,73 Cd 0,82 Cr 4,81 Cu 21,16 Hg 0,22 Pb 19,72 Ni 12,03 Zn 39,92 Uitloging gereinigd zand, 100 jaar, 201 kg toegepast als zandcunet (mg) As 4,02 Cd 0,10 Cr 1,21 Cu 3,82 Hg 0,11 Pb 3,62 Ni 2,21 Zn 7,24	
8.	Finaal afval		
9.	Vermeden transport	Transport binnenvaart 225 km (tkm)	153
10.	Vermeden emissie producten/processen	Primair zand kg	682
11.	Output product		
12.	Achtergrondprocessen		

Storten van reinigingsresidu op basis van 1 ton input ernstig verontreinigde grond			
ASPECT		SPECIFICATIE	INGREEP
1.	Energieverbruik	Diesel (MJ)	13,2
2.	Transport	Aanvoer 35 km (tkm)	7,7
3.	Grond- en hulpstoffen	Input residu (kg)	220
4.	Landgebruik	Landgebruik stort 100 jaar (m2jaar)	1,47
5.	Emissies lucht		
6.	Emissies water	Uitloging 220 kg residu, 10000 jaar, Emissies percolaat monitoringfase (mg)	
		As	1,15E-02
		Cd	3,54E-03
		Cr	1,25E-03
		Cu	8,10E-02
		Hg	2,04E-05
		Pb	9,39E-02
		Ni	2,10E-01
		Zn	1,05E+00
7.	Emissies bodem	Uitloging 220 kg residu, 10000 jaar, Lekkage percolaat monitoringfase (mg)	
		As	5,74E-04
		Cd	9,06E-05
		Cr	2,07E-04
		Cu	2,53E-02
		Hg	5,02E-06
		Pb	2,33E-02
		Ni	1,44E-03
		Zn	3,37E-02
		Emissies uit de stort 10.000 jaar	
		As	1,60E-01
		Cd	2,64E-02
		Cr	5,85E-02
		Cu	7,22E+00
		Hg	1,40E-03
		Pb	6,62E+00
		Ni	4,11E-01
		Zn	9,61E+00
8.	Finaal afval		
9.	Vermeden transport		
10.	Vermeden producten		
11.	Output product		
12.	Achtergrondprocessen	Waterzuivering percolaat (liter)	132

BIJLAGE 5 Gebruikte Achtergrondprocessen

Proces	Gebruikt proces uit database/literatuur
Asfalt	IVAM LCA data 4.0 (1995-1999), ge-update met gegevens van ETH
Vlokmiddel	Flocculant PAC uit MER LAP Achtergronddocument A2 [7]
Transporten	VLCA data betondatabase 2003, ETH 3 zonder kapitaalgoederen
Diesel	Diesel industrieel gebruik, VLCA data betondatabase 2003
Elektriciteit	Elektriciteit NL VLCA data betondatabase 2003
Industriezand	VLCA data aangevuld met transport en landgebruik uit vergelijkbare datasets (ETH, IVAM)
Zeezand	VLCA data aangevuld met transport en landgebruik uit vergelijkbare datasets (ETH, IVAM)
Cement	CEM III (Betondatabase 2004, gegevens MRPI ENCI), aangevuld met landgebruik uit ETH
Verbranding restafval in AVI	VLCA data betondatabase 2003

BIJLAGE 6 Peer review

Peer review 'LCA reinigbare grond'

Ing. R.J. Saft

Amsterdam, april 2004

IVAM
research and consultancy on sustainability
Roetersstraat 33 - 1018 WB Amsterdam - Postbus 18180 - 1001 ZB Amsterdam
Tel. 020-525 5080, Fax 020-525 5850, internet: www.ivam.uva.nl, e-mail:
office@ivam.uva.nl

Inleiding

Tussen november 2003 en april 2004 heeft DHV in opdracht van CUR/CIM een LCA uitgevoerd naar 2 verwerkingsopties van reinigbare grond. IVAM is door CUR/CIM gevraagd hiervoor de peer review uit te voeren.

De peer review toetst de uitvoering van de LCA aan de ISO standaard 14.040 ff. Hierbij is gebruik gemaakt van een operationalisering door Weidema uit 1997¹⁴

De peer review is uitgevoerd door het bijwonen van een drietal vergaderingen van de begeleidingscommissie, het bestuderen van de relevante LCA-stukken en de bestudering van de specifieke proceskaarten die met de LCA-software zijn opgesteld cq. doorgerekend.

Na fase 1 (doelbepaling) en fase 2 (inventarisatie gegevens) zijn deelrapporten door DHV opgeleverd. Deze zijn door de peer reviewer beoordeeld. Deze notities inclusief de reacties van DHV zijn opgenomen in de bijlage bij deze rapportage.

In de rapportage hierna worden de bevindingen toegelicht bij het concept-eindrapport dat 16 maart 2004 is verschenen en op 29 maart 2004 is aangevuld cq. verbeterd.

Doelbepaling/afbakening

In hoofdstuk 2 van het rapport is de afbakening van de studie verwoord. De concrete afbakening van het rapport en de systeemgrenzen zijn aangegeven in de paragrafen 2.5.1, 2.5.2, 2.6, 2.7 en 2.9. Belangrijke aannames over de toepassing van verwerkingsproducten is gegeven in de paragrafen 3.5.3 en 3.6.3. Dit alles maakt de afbakening niet overzichtelijk. De afbakening is echter wel compleet. Met name het belangrijke punt van, verschillen in, de gekozen tijdhorizon is nader uitgewerkt. Dit element is van belang omdat de diffuse verspreiding (van zware metalen) en beheersbaarheid van afvalstromen relevant zijn in het beleid én voor de uitkomsten van het beleid.

In deze studie is aangegeven dat een tijdhorizon van 100 jaar is aangehouden voor werken en van 10.000 jaar voor storten. De consequenties van deze aanname is getoetst in een gevoeligheidsanalyse.

De gekozen effectcategorieën zijn beschreven en voldoen aan de ISO-norm. Voor de thema's broeikasewerking en toxiciteit (humaan en eco) is geen tijdhorizon gegeven. Normaliter wordt gewerkt met een tijdhorizon van 100 jaar resp. oneindig. In het MER-LAP is voor het thema broeikasewerking gerekend met 500 jaar (en in een gevoeligheidsanalyse met 100 jaar). Voor de toxiciteitsthema's is ook een gevoeligheidsanalyse met een tijdhorizon van 100 jaar uitgevoerd. Gezien de relatie van deze studie met het MER-LAP, had dit aspect beter beschreven moeten worden. Uit het MER-LAP bleek bovendien dat in LCA-studies waar emissies van zware metalen een belangrijke rol spelen, de uitkomsten wel degelijk beïnvloed kunnen worden door de

¹⁴ Bo Weidema. Guidelines for critical review of product life cycle assessments. Denmark, march 1997.

gekozen tijdhorizon voor toxiciteit. Bij een kortere tijdhorizon neemt het belang van zware metalen aanmerkelijk af.

Er is terecht met genormaliseerde scores gewerkt zodat het belang van individuele effectscores ten opzichte van elkaar wordt geïllustreerd. Weging is als optionele stap beschreven. De weegsets zijn niet beschreven in deze rapportage en hadden, hoewel in het MER-LAP eenvoudig te achterhalen., beter in een bijlage kunnen worden opgenomen.

Van de categorieën biodiversiteit en life support, die beiden worden afgeleid van het landgebruik, is niet vermeld welke (deel)indicator wordt berekend. Dit is relevant omdat in de vernieuwde methode van TNO o.a. onderscheid wordt gemaakt tussen bezetting en transformatie (met daarbinnen meerdere keuzemogelijkheden) en indicatoren in- resp. exclusief renaturalisatie. In totaal zijn er ongeveer 30 deelindicatoren zijn terwijl de oudere methode van IVAM uit 2 indicatoren bestond.

De systeemgrenzen alsmede de gekozen allocatiemethode ('system enlargement') zijn voldoende helder uitgewerkt. De specifieke invulling van vermeden ingrepen wordt in de paragrafen 3.5.3-3.5.5 en 3.6.3-3.6.4 toegelicht.

Inventarisatie gegevens

Hoofdstuk 3 van de rapportage vermeldt de geïnventariseerde gegevens. Er zijn geen procesbomen opgenomen waarin een duidelijk overzicht van het LCA-systeem is gegeven.

De herkomst van de voorgrond- en achtergrondprocessen is helder weergegeven. De peer reviewer heeft inzicht gekregen in alle proceskaarten die in de LCA-software (SimaPro 5) zijn opgesteld en doorgerekend.

De datakwaliteitseisen zijn helder beschreven. Een expliciete toetsing ontbreekt in het rapport. Impliciet is af te leiden dat praktisch alle gegevens aan de kwaliteitseisen voldoen.

In de uitgangspunten zijn aannames gedaan die invloed kunnen hebben op de uitkomsten zoals de te verwachten transportafstanden, de mate van afdichting in werken en de vertaling van laboratoriumemissies naar praktijkemissies.

Voor deze aannames is gebruik gemaakt van inzichten van experts (deels binnen en deels buiten de begeleidingscommissie) die met de praktijk bekend zijn. Bovendien zijn de consequenties van deze aannames getoetst in gevoeligheidsanalyse.

De aanname dat de a-waarde als correctiefactor voor het verschil tussen laboratorium- en praktijkemissie op nul gesteld moet worden blijft discutabel. De gevolgen van deze aanname zijn niet kwantitatief in beeld gebracht.

Paragraaf 3.4 over samenstelling en uitloging is niet helder omschreven. De titel van de paragraaf dekt de lading niet maar vooral is aan het eind van deze paragraaf nog niet duidelijk welke gegevens er nu precies zijn gekozen. Hier zou beter een overzichtstabel

bij zijn gevoegd. Hierin kunnen ook de berekende praktijkemissies (die nu in bijlage 4 zijn opgenomen) vermeld worden.

Het niet meenemen van de uitloging van organische verbindingen wordt vermeld maar niet nader uitgewerkt. Deze keuze is gebaseerd op het ontbreken van een operationele werkwijze voor de uitloging van organische verbindingen. Desalniettemin is een beschouwing van de consequenties van deze keuze van belang. Verwacht mag worden dat de emissie van organische verbindingen uit immobilisaat hoger ligt dan van extractief gereinigde grond (waar de organische fractie zich vooral in het te storten residu zal bevinden) en dat door keuze het immobiliseren van reinigbare grond wordt bevoordeeld.

De massabalans van zowel het reinigingsproces als immobilisatieproces is kloppend. Voor de laatste is de verwerking van een restfractie in een AVI niet meegerekend (wel genoemd) maar gezien de hoeveelheid van 1 kg zal dat geen invloed op de resultaten hebben.

In paragraaf 3.5.5 is het ruimtebeslag door het storten van reinigingsresidu niet helder beschreven. De berekening leidt nu tot het ruimtebeslag per ton residu en is niet (zichtbaar) gekoppeld aan de functionele eenheid waarin het ruimtebeslag $\pm 16\%$ van de gegeven waarde bedraagt.

Paragraaf 3.6.1 geeft transportafstanden voor te gebruiken cement en additief (natriumsilicaat) van 15 km resp. 10 km. Het gaat hier om transport van de producent naar de verwerkingslocatie. Derhalve lijken de gekozen waarden aan de lage kant.

Effectbeoordeling

De effectbeoordeling is uitgevoerd conform de ISO-standaard. De analyses zijn helder en overzichtelijk gepresenteerd. Een nadere verklaring van de betekenis van de y-as ontbreekt (nog).

Een ommissie is het ontbreken van een zwaartepuntsanalyse waardoor een nadere beschouwing van relevante processen/ingrepen niet mogelijk is. Op grond van de ontvangen proceskaarten kan de volgende zwaartepuntsanalyse worden gemaakt (zie onderstaande tabel 1). Alleen het proces met de hoogste score is genoemd.

Tabel 1 Belangrijkste ingreep/proces per effectcategorie ¹

immobilisatie			reiniging		
categorie	ingreep	proces	categorie	ingreep	proces
uitputting grondstoffen	olie	olie raffinage	uitputting grondstoffen	kolen	productie electriciteit
broeikaseneffect	CO2	truck 28 ton	broeikaseneffect	CO2	truck 28 ton
ozonlaagaantasting	halon 1301	truck 28 ton	ozonlaagaantasting	halon 1301	truck 28 ton
smogvorming	NOx	truck 28 ton	smogvorming	NOx	truck 28 ton
ecotox. water	Be (aq)	productie electriciteit uit olie	ecotox. water	Ba (aq)	truck 28 ton
ecotox. terr.	V (l)	ind. warmte (olie)	ecotox. terr.	Cr (b)	uitloging immobilisatie
humane tox.	CxHy (l)	ind. warmte (olie)	humane tox.	CxHy (l)	productie electriciteit
verzuring	NOx	truck 28 ton	verzuring	NOx	truck 28 ton
vermesting terr.	NOx	truck 28 ton	vermesting terr.	NOx	truck 28 ton
vermesting water	NOx	truck 28 ton	vermesting water	NOx	truck 28 ton
biodiv. ²	bezetting zandwinlocatie	industrielandwinning	biodiv. ²	bezetting zandwinlocatie	industrielandwinning
life support ²	bezetting zandwinlocatie	industrielandwinning	life support ²	bezetting zandwinlocatie	industrielandwinning

¹ Geen onderscheid tussen positieve (milieulasten) en negatieve (milieubaten door vermeden processen) ingrepen

² Meest waarschijnlijk maar niet zeker doordat deindicator niet bekend was.

Een tijdhorizon van 100 jaar leidt tot lagere scores voor terrestrische ecotoxiciteit, met name bij reiniging als verwerkingsoptie. Dit heeft echter geen invloed op de conclusies van het rapport.

Conclusies en interpretatie

De conclusies in de rapportage zijn helder afgeleid van de resultaten en in samenhang met de uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse.

Een beschouwing van ingrepen die niet gekarakteriseerd zijn (hetzij door gebrek aan gegevens, hetzij door gebruik aan operationele factoren) ontbreekt. Een expliciete afweging van de nauwkeurigheid, compleetheid en representativiteit van de data alsmede de consistentie en reproduceerbaarheid van de methoden voor gegevensvergaring en – bewerking ontbreekt. Deze vereisten zijn wel in de ISO-standaard vermeld. De peer reviewer heeft als standpunt dat met de beschikbare middelen en gegevensbronnen voldoende nauwkeurigheid en compleetheid van data is verkregen al blijft het lange termijn gedrag van stoffen zowel in werken als in stortplaatsen een onzekere factor.

Algemene conclusie over de LCA

De LCA is opgesteld conform de gestelde eisen in ISO 14.040. De LCA is uitgevoerd in een transparant en iteratief proces waarin alle betrokkenen input hebben kunnen leveren. De gebruikte data voldeed aan de kwaliteitseisen en bij onzekerheden is goed gebruik gemaakt van gevoeligheidsanalyses om het belang van bepaalde keuzes en aannames te verhelderen.

De conclusies in de rapportage zijn helder afgeleid van de resultaten en in samenhang met de uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse en doen recht aan de doelstelling van deze studie.

In de rapportage zijn een aantal elementen niet of niet helder omschreven cq. uitgewerkt zoals de tijdshorizon van een aantal effectcategorieën, procesbomen, gebruikte uitloogwaarden, een expliciete beoordeling van datakwaliteit en databewerkingsmethoden en het niet meenemen van organische verbindingen.

De aanname voor de a-waarde (die op nul is gezet) is discutabel. Door tijdsdruk aan het einde van de studie kon dit punt onvoldoende worden uitgewerkt. Dit punt heeft naar verwachting weinig invloed op de getrokken conclusies.

Bijlage 1 Opmerkingen naar aanleiding van 1^e deelrapport

Betreft: opmerkingen bij notitie DHV (1e fase: vaststellen doel en afbakening)

Woord vooraf:

De peer reviewer heeft als taak om te bewaken of de vier gebruikelijke stappen in een LCA (resp. doelbepaling/systeemaftbakening, inventarisatie gegevens, effectbeoordeling, conclusies) correct worden uitgevoerd, dat wil zeggen consistent met de ISO-normen voor LCA (ISO 14040 ff). Expliciete aandachtspunten zijn de gebruikte LCA-methode, de representativiteit van de gebruikte gegevens in relatie tot het doel van de studie en de interpretatie van de resultaten mede in relatie tot de beperkingen van de studie. Andere belangrijke aandachtspunten zijn transparantie en consistentie.

Het doel van de peer review is uiteindelijk om een bijdrage te leveren aan een LCA-studie met een zo groot mogelijk draagvlak en acceptatie bij de doelgroep.

In deze notitie zal ik (Spriensma) ingaan op de eerste twee delen van de LCA (doel en inventarisatie van gegevens) zoals beschreven door DHV. Kanttekening hierbij is dat de inventarisatie van de gegevens nog niet compleet is. Omdat IVAM nog niet betrokken was bij de eerste vergadering van de begeleidingscommissie, zal ik vanzelfsprekend niet ingaan op daar gemaakte afspraken of ontstane verwachtingen.

In deze notitie zal ik wel de uitkomsten van de tweede vergadering van 14 januari jl. betrekken.

Reactie DHV: heb ik opgenomen in de tekst

Specifieke opmerkingen:

1) bij §1.2 (doel):

Gezien de aanleiding van de studie is de Staatssecretaris de voornaamste doelgroep. Andere partijen behoren natuurlijk ook tot de doelgroep van de studie, gezien hun belang bij de uitkomsten van de studie. Dit betreft met name de verwerkers van reinigbare grond.

Reactie DHV: heb ik aangepast

2) bij §1.3 (werkwijze, 1e alinea):

Voor de inhoudelijke toetsing van de LCA is de ISO 14040 norm inderdaad het belangrijkste hulpmiddel. Echter, het is niet de enige toetssteen. Afwijkingen van de norm zijn in beginsel acceptabel indien aan de regels van transparantie en verifieerbaarheid wordt voldaan. De achtergrond hiervan is dat dergelijke afwijkingen kunnen leiden tot een betere acceptatie van de resultaten van de studie.

Dit punt raakt met name het item van de weging van LCA-resultaten zoals toegepast in het MER-LAP. De huidige afspraak dat in beginsel wordt voldaan aan de ISO-norm en weging wordt toegepast indien anders geen eenduidige conclusies zijn te trekken, lijkt me hier een juiste¹⁵. Overigens is mijn ervaring dat met de resultaten voortkomend uit een strikte 'ISO-uitvoering' het vaak moeilijk is om eenduidige conclusies te trekken.

¹⁵ ISO is hierover niet eenduidig. Volgens ISO is weging niet toegestaan bij 'comparative assertions disclosed to the public'. Volgens het CML-handboek zijn dit 'claims' (bijv. via een label) over de prestatie van een product ten opzichte van een andere product met dezelfde functie. Daarnaast onderscheidt CML vergelijkingen van producten en systemen waarbij de milieuprestaties worden vergeleken. Deze toepassing van LCA valt niet expliciet in het domein

Reactie DHV: Het hangt er vanaf wat je bedoelt met eenduidige conclusies: als je wil kunnen zeggen A is beter dan B, dan moet je wegen, maar neem je de taak en verantwoordelijkheid van de beslisser voor een deel over, waar ik niet voor voel. Ik heb nu de weging wel toegevoegd, omdat de leden uit de BC dit erg belangrijk vinden. Overigens vind ik het trekken van conclusies m.b.t. het toepassen van 7 weegsets eigenlijk net zo moeilijk als van genormaliseerde CML scores.

Ik ben het echter niet met je eens (voetnoot) het gaat hier heel duidelijk om concurrerende systemen en er zijn nogal wat gevoeligheden, waardoor ik weging en uitspraken als A is beter dan B als gevaarlijk beschouw. Verder blijf ik het bijzonder vinden dat je zegt dat de reviewer er voor moet zorgen dat aan de norm wordt voldaan en vervolgens adviseert om er vanaf te wijken.....

3) bij §1.3 (werkwijze, 4e alinea):

De notitie van DHV gaat terecht in op gevoeligheden die van belang kunnen zijn voor de hardheid van de conclusies. De punten zoals genoemd in §1.3 zijn, hoewel nog niet volledig uitgewerkt, naar verwachting alle van invloed op de resultaten.

Ik geef verder in overweging om aandacht te besteden aan gevoeligheden in de effectbeoordeling die van invloed kunnen zijn. Dit betreft met name de afwijkende tijdhorizon van 100 jaar die voor de thema's ecotoxiciteit (terrestrisch en aquatisch) en humane toxiciteit van belang is. Deze gevoeligheid is ook door de MER Commissie van het MER-LAP opgemerkt.

Reactie DHV: niet duidelijk wat je hier precies bedoelt

4) bij §2.1 (6e alinea):

Het is nodig om hier een heldere keuze te maken voor de afbakening van vermeden productie. Voor uitsparing van primaire producten is het helder: deze wordt altijd toegerekend op grond van het principe van uitbreiding van de systeemgrens.

Voor de secundaire producten kan niet zonder meer gekeken worden naar alleen de uitsparing hiervan. Het is immers niet ondenkbaar en zelfs waarschijnlijk dat uitgespaarde secundaire producten in een ander systeem worden ingebracht en daar alsnog primaire producten uitsparen (hypothetisch voorbeeld: door de inzet van immobilisaat wordt puingranulaat uitgespaard dat vervolgens in een ander systeem alsnog grind uitspaart. Kan uitgespaard grind dan aan het gebruik van immobilisaat worden toegerekend?). Het totale systeem van de LCA zou hierdoor mogelijk veel te groot worden. Indien systeemvergroting niet mogelijk is, zal alsnog een knip in het systeem moeten worden gezet en een allocatiestap worden gemaakt. Economische allocatie is hierbij de meest voor de hand liggende optie.

Reactie DHV: Mee eens. We moeten nagaan of de keuzen die belangrijke invloed hebben (de vermeden emissies bij toepassing) juist zijn.

5) bij §2.1 (laatste alinea):

waarvoor ISO een weging verbiedt. De onderhavige studie is echter niet bedoeld om ISO-normen te interpreteren of een (hernieuwde) discussie over weging te starten zodat genoemde oplossing als afdoende wordt beschouwd.

De betekenis van deze alinea is mij onduidelijk.

Reactie DHV: dit is een reactie op het noemen van grond als een schaars goed.

6) bij §2.4 (alinea boven de tabel):

Zie ook de algemene opmerking die Guus van den Berghe maakte over het gebruik van neutrale beschrijvingen.

Reactie DHV: heb ik aangepast

7) bij §2.6 (methodologie, 1e alinea):

Zie mijn opmerking nummer 2.

8) bij §2.6 (methodologie, 2e alinea):

De LCA2-methodiek van CML is geen 'officiële' methode. Er bestaat geen orgaan dat zulke predikaten verleent. De CML-methode beoogt wel een praktische uitwerking van de ISO-normen te zijn en heeft een groot draagvlak in binnen- en buitenland.

In het handboek van CML wordt wel degelijk ingegaan op de kwantificering van effecten door landgebruik. De door IVAM ontwikkelde (en recent door TNO verbeterde) methodiek is er daar één van. Deze methode wordt door CML aangeduid als 'baseline' categorie voor effecten van landgebruik.

Dat gegevens met betrekking tot landgebruik soms moeilijk te vinden zijn is waar maar geen goede reden om er vanaf te zien. Voor veel ingrepen (emissies, onttrekking van grondstoffen) in de processen van LCA-systeem geldt dat de beschikbaarheid van gegevens te wensen over laat en met name geldt dit voor achtergrondprocessen¹⁶. In het MER-LAP is de beschikbaarheid van landgebruikgegevens niet als beter of slechter ervaren dan voor andere ingrepen.

Er is kortom geen aanleiding om de effecten van landgebruik indicatief mee te nemen.

Een aansluiting bij de methode van het MER-LAP is hier raadzamer.

Reactie DHV: zie verwerking algemeen commentaar.

9) bij §2.6 (alinea onder de tabel):

De 4 genoemde ingreepgerichte categorieën hebben op zich zelf bij de effectbeoordeling van het MER-LAP een ondergeschikte rol gespeeld. Ik heb er dan ook geen bezwaar tegen om deze categorieën in onderhavige studie bij de effectbeoordeling niet mee te wegen.

Het is echter voor de inventarisatie wel van belang deze aspecten mee te nemen:

- waterverbruik (bij verbruik en dus productie van drinkwater worden energie en hulpstoffen gebruikt);
- energieverbruik (in vrijwel het gehele LCA-systeem is energieverbruik een belangrijk aspect waaraan veel ingrepen verbonden zijn);
- ruimtebeslag (zie ook opmerking 8);
- finaal te sorteren afval (gegevens hierover zijn nodig om massabalansen kloppend te maken, om het ruimtebeslag en andere ingrepen bij stortplaatsen te berekenen en eventueel voor de distance-to-target weegmethode waarin finaal afval een rol speelt.

¹⁶ Bij de inventarisatie wordt vaak onderscheid gemaakt tussen voorgrondprocessen (hier: het immobiliseren of reinigen van grond en toepassing van de producten) en achtergrondprocessen (hier bijvoorbeeld: productie van cement, productie van kalksteen voor cement).

Reactie DHV: helemaal mee eens

10) bij §2.6 (laatste alinea):

Waarbij opgemerkt mag worden dat de weegmethode in het MER-LAP niet tot discussie heeft geleid.

Zie verder ook de afspraken gemaakt in de tweede vergadering van de begeleidingscommissie en de desbetreffende opmerkingen (nummer 11) van Guus van den Berghe, die ik onderschrijf.

Reactie DHV: zie verwerking alg. commentaar.

11) bij §2.7 (alinea onder tabel):

Deze opmerking is verwarrend en kan beter geschrapt worden.

Reactie DHV: OK, aangepast

12) bij §2.7 (laatste alinea) en § 2.8:

De systeemafbakening en beperkingen van de studie zijn helder omschreven. Voor het punt van de beïnvloeding van de marktsituatie verwijs ik wel naar opmerking 4 hierboven. Het vrijkomen van immobilisaat en/of gereinigde grond kan mogelijk van belang zijn voor de marktsituatie van andere secundaire producten en daarmee van invloed op de milieuanalyse. Daar waar een dergelijke beïnvloeding redelijkerwijs voor kan komen, dient deze vermeld te worden alsmede (kwantitatief) de mate van beïnvloeding.

Reactie DHV: mee eens, aangepast

13) bij §3.1:

Het inventarisatieproces dat DHV beschrijft gaat vooral in op het raadplegen van primaire bronnen ten behoeve van de voorgrondprocessen. Hier mist nog een beschouwing van de te gebruiken gegevensbronnen voor de overige processen, zijnde de achtergrondprocessen.

Reactie DHV: mee eens, ben begonnen met een lijst

14) bij §3.2:

Deze paragraaf geeft een helder beeld van de datakwaliteitseisen. Deze eisen zijn ook voor de peer reviewer een belangrijke toetssteen. De enige opmerking van mij betreft hier de tijdsgebonden representativiteit. Wat wordt namelijk verstaan onder het 'aantonen van representativiteit bij oudere gegevens'? Hoe moet dit gebeuren?

Reactie DHV: je hebt gelijk. Soms is het mogelijk om te stellen dat de techniek niet veel is veranderd en de gegevens daarom nog als representatief kunnen worden beschouwd, maar om dit aan te tonen voor alle gegevens is misschien wat al te ambitieus. Zal de tekst aanpassen.

Bijlage 2 Opmerkingen naar aanleiding van 2^e deelrapport

Woord vooraf:

In deze notitie zal ik (Spriensma) ingaan op de tweede rapportage van DHV voor de LCA (2^e fase: concept resultaten). Voor een deel zijn de opmerkingen al ter sprake gekomen tijdens de vergadering van 19 februari jl. Verder is dit nog geen 'formele' review. Die volgt pas nadat de concept-eindrapportage is opgeleverd.

Specifieke opmerkingen:

1) bij §1.3 (werkwijze, 1e alinea):

Er is geen specifieke LCA methodiek ontwikkeld voor het MER-LAP. Gaarne 'ontwikkeld' vervangen door 'toegepast'.

Reactie DHV: OK, heb ik aangepast

2) bij §2.1 (voorlaatste alinea):

Ik ben van mening dat uitsparing van secundair materiaal niet als milieukundig voordeel in de LCA hoeft te worden doorberekend. Er is immers geen sprake van uitsparing maar van verdringing. De kwestie is momenteel academisch omdat volgens de huidige inzichten alleen primair materiaal wordt uitgespaard.

Reactie DHV: Ik ben het niet helemaal met je eens. Er hoeft niet altijd sprake te zijn van verdringing, maar het kan ook zijn dat verschuivingen in de markt via een aantal stappen resulteren in een netto afname van de vraag naar primaire materialen. Als je dit weet moet je dat verdisconteren.

3) bij §2.5 (algemeen):

De grote lijnen van functionele eenheid en bijbehorende systeemgrenzen zijn in de rapportage wel genoemd. Het is nog niet erg overzichtelijk bij elkaar geplaatst. Kan er aan het einde van deze paragraaf een tabel komen met een helder overzicht van alle uitgangspunten voor beide procesbomen?

Reactie DHV: Ik heb een aanzet gedaan, maar kan op basis van de ISO-eisen m.b.t. functionele eenheid (en mijn eigen ervaring) niet bedenken wat je nu precies bij elkaar in een tabel zou willen zien. Systeemgrenzen en functionele eenheid zijn afzonderlijke aspecten. Graag aanvullend commentaar op dit punt.

4) bij §2.6 (2^e alinea, onder 'karakterisatie van milieu-effecten', boven de tabel):

Het zogenaamde probleem van ontbrekende landgebruikgegevens blijft de kop opsteken. Ter informatie: alle gegevens (incl. landgebruik) en uitgangspunten uit het MER-LAP zijn vrijelijk beschikbaar via het AOO. De beschikbaarheid kan dus geen probleem zijn. De landgebruikgegevens van de onderhavige processen uit deze studie zijn hierin vanzelfsprekend niet te vinden. Het zal toch echter niet een al te groot probleem zijn om de gebruiksoppervlakte van immobilisatie- cq. reinigingsinstallaties te achterhalen?

Dat de ontwikkelingen op het gebied van gegevens en (landgebruiks)methoden sindsdien niet hebben stilgestaan is evident maar heeft niets te maken met gebrek aan beschikbaarheid van gegevens. DHV kan simpelweg kiezen uit twee opties:

1. de oudere MER-LAP gegevens en bijbehorende landgebruiksmethode gebruiken (de tijdsinspanning hiervoor is gering), of;
2. recentere databases gebruiken met bijbehorende nieuwere landgebruiksmethode en dan een inspanning leveren om dat op elkaar aan te laten sluiten.

DHV opteert nu voor de tweede optie en dat is een goed streven. Anderzijds is het onzeker of recentere gegevens sterk verschillen van het MER-LAP (het gaat hier om 'bekende processen' als transport, elektriciteitsverbruik en productie van bouwmaterialen waarover al veel bekend was) en of de verbeterde landgebruiksmethode tot heel andere uitkomsten leidt dan de methode die in het MER-LAP is gehanteerd. Zie de grafiekjes aan het eind van deze notitie.

Kwalificaties als 'gerenommeerd' en dus kennelijk ook minder gerenommeerde bronnen horen hier niet thuis.

Reactie DHV: OK, ik heb het aangepast.

5) bij §2.6 (2^e alinea, onder 'karakterisatie van milieu-effecten', onder de tabel):

Ik stel (nogmaals) dat deze categorieën niet leiden tot aanvullende gegevensverzameling. Al deze gegevens zijn ook nodig om ingrepen toe te kunnen rekenen aan de effectcategorieën die in de tabel zijn genoemd.

Reactie DHV: OK, tekst aangepast

6) bij §2.7 (2^e alinea):

Dat de twee processen verschillende producten opleveren is niet 'complicerend' maar eerder gebruikelijk. Als deze producten en hun toepassingen helder worden omschreven, is dat goed in te passen in de kaders van een LCA-studie.

Reactie DHV: Dat is jouw mening. Ik ben gewend om producten met gelijke functies te vergelijken en niet verwerkingsprocessen met min of meer vergelijkbare functies, maar verschillende producten en vind dit laatste lastiger.

7) bij §2.7 (3^e alinea):

Voor wat betreft de uitsparing van puingranulaat: zie opmerking 2. Ook transport wordt niet (of nauwelijks) uitgespaard omdat ook immobilisaat naar een werk moet worden gebracht.

Reactie DHV: Ik heb hier wel aanpassingen in gedaan

8) bij §3.3 (1^e bolletje):

Tijdens de vergadering is ook al aangegeven dat het heel moeilijk is om aan te geven of er (in een toekomstige situatie) verschillen in transportafstanden zullen zijn. Omdat transport echter een belangrijk aspect is voor het milieuprofiel, stel ik voor om na te denken over scenario's die als gevoeligheidsanalyse worden doorgerekend. Daarmee wordt in ieder geval het belang van deze aanname verduidelijkt.

Reactie DHV: Ik heb verschillende varianten bekeken en overwogen. Punt is dat de belangrijkste transportbewegingen zitten in de vermeden emissies, waarvan heel moeilijk is vast te stellen wat nu precies het uitgespaarde product is en waar het vandaan komt. Voor beide processen zijn veel verschillende mogelijkheden bestaat erg veel variatie in resultaten hierdoor. Hierdoor is het weinig zinvol om allerlei scenario's met mitsen en maren hieraan te koppelen om te bekijken wat dit voor invloed heeft. Als je nog suggesties hebt voor een heldere werkwijze hierin dan hoor ik dat graag.

9) bij §3.4.1 en §3.5.1:

Zijn de transportafstanden genomen als enkele reis of inclusief retourrit? Kunnen de transportafstanden nog nader onderbouwd worden want deze lijken me nu aan de lage kant, met name voor de hulpstoffen (cement 15 km?). Is het mogelijk om in plaats van aannames te werken met expert judgement uit de praktijk zelf?

Reactie DHV: De gegevens zijn bepaald door de branche-organisaties zelf. Cement wordt geproduceerd op 3 lokaties in Nederland. Het transport van bijv. klinker naar de productielokaties is in de gegevens opgenomen.

De afstanden in combinatie met het getransporteerde gewicht zijn van belang omdat de transportprocessen in de LCA zijn afgeleid van de VLCA-database. Deze hanteren een gemiddelde beladingsgraad van 40-50%, afhankelijk van het type vrachtwagen.

Reactie DHV: Ja, VLCA data zijn afgeleidt van ETH voor europees gemiddelde (40-50%). Dit betekent bijna vol heen en leeg terug. (ik heb de ETH rapporten hierop nagekeken)

10) bij §3.4.2 en §3.5.2:

In het eerste geval wordt expliciet aangegeven dat transport naar de plaats van toepassing niet wordt meegenomen. In het tweede geval niet hoewel ik aanneem dat daar dezelfde werkwijze wordt gevolgd.

Overigens vind ik dat transport naar de plaats van toepassing wel moet worden meegenomen, ook al is de afstand voor beide processen gelijk. Je wilt tenslotte ook een goed beeld van het milieuprofiel van beide individuele processen krijgen en aangeven waar de belangrijke zwaartepunten liggen. Een (mogelijk/vermoedelijk) zwaarwegend transport van het eindproduct hoort daar ook bij.

Reactie DHV: Heb ik aangepast

11) bij §3.4.4:

Omdat het onderwerp uitloging nog verder uitgewerkt zal worden, kan hier geen inhoudelijke reactie worden gegeven. Het is wel van belang om in de concept-eindrapportage helder en controleerbaar te laten zien hoe men van uitlooggegevens (op productniveau) is gekomen tot emissiegegevens in de praktijk.

Verder is het voor de transparantie noodzakelijk om aan te geven dat de organische verontreinigingen niet worden meegewogen in de LCA en wat de mogelijke consequenties zijn van deze omissie. Tenslotte merk ik op dat de landgebruikgegevens

van de NVPG afkomstig zijn terwijl in het MER-LAP ook waarden voor landgebruik op stortplaatsen zijn berekend. Verschillen deze in grote mate van elkaar?

Reactie DHV: Landgebruikgegevens voor het proces zijn van de NVPG (productie per jaar per m²), landgebruik gegevens voor storten van residu zijn, op basis van de uitgangspunten in het MER-LAP (storthoogte, dichtheid) berekend voor residu. De verschillen met bijvoorbeeld data van TNO zijn niet heel groot.

13) bij hoofdstuk 4:

Omdat de resultaten nog sterk kunnen wijzigen, zal ik hierover nu geen inhoudelijke opmerkingen maken.

Eén inhoudelijke opmerking rest bij punt 3 van de 1^e alinea: de methodiek van het MER-LAP is niet specifiek 'ontwikkeld' en zeker niet specifiek gericht op de IVAM-database. De IVAM-database is pas later bij de uitvoering van het MER-LAP in beeld gekomen. Omdat AOO bij de afronding van het MER-LAP voorzag dat andere partijen ook gebruik willen maken van de specifieke data voor het MER-LAP, is afgesproken dat alle data uit het MER-LAP inclusief betreffende onderdelen van de IVAM-database vrij beschikbaar zijn via het AOO.

Het probleem van data die niet compatibel is, hangt dus veel meer samen met voortschrijdende inzichten. Zie verder ook mijn opmerking 4.

Reactie DHV: OK

BIJLAGE 7 Respons DHV op Peer review

In deze bijlage is de respons van DHV op de review van IVAM d.d. 7 april 2004 weergegeven, inclusief de wijzigingen die naar aanleiding van de review zijn doorgevoerd in de eindrapportage. Per onderdeel is de reactie van DHV weergegeven

Doelbepaling/afbakening

Met betrekking tot de overzichtelijkheid van de In de rapportage is de indeling volgens ISO aangehouden. Dit betekent dat de algemene afbakening en doelbepaling in hoofdstuk 2 wordt gegeven en de specifieke aannames die bij de inventarisatie van gegevens horen in hoofdstuk 3.

De gekozen effectcategorieën zijn in beginsel overgenomen uit het MER-LAP [7] en dus conform de CML 2 baseline methodiek, met uitzondering van:

- Broeikaseffect: op basis van GWP 500, conform MER LAP maar niet conform CML 2 baseline (dit is toegevoegd in het eindrapport).
- Landgebruik: op basis van de laatste versie van de methodiek van Lindeijer et al [31]. Hierbij is het landgebruik als volgt gekarakteriseerd (dit is toegevoegd in het eindrapport):
 - Biodiversiteit wordt bepaald op basis van het landgebruik “Eoav, av”
 - Life Support wordt bepaald op basis van het landgebruik “Lonpp”

Het feit dat bij een kortere tijdshorizon het effect van metalen afneemt is algemeen bekend, omdat metalen ophopen in bepaalde milieu-compartimenten. Voor deze LCA studie zijn de toxiciteitseffecten van metalen voor beide verwerkingsprocessen even relevant, een andere tijdshorizon voor toxiciteitseffecten zal de conclusies niet veranderen.

Inventarisatie gegevens

- Met betrekking tot het ontbreken van procesbomen: in het eindrapport zijn eenvoudige procesbomen opgenomen.
- Met betrekking tot het ontbreken van een expliciete evaluatie van de datakwaliteit: een beknopte evaluatie van de datakwaliteit is toegevoegd in het eindrapport
- De aanname met betrekking tot het wel of niet toepassen van de a-waarde blijft een punt van discussie. Nu is de vergelijking zonder a-waarden opgenomen in de basisanalyse en is de consequentie getoetst in de gevoeligheidsanalyse, waarbij de emissies van gereinigd zand en residu vrijwel nul worden. De basisanalyse is dus nu gebaseerd op de uitloging in het lab, zonder vertaling naar praktijkschaal.
- Omdat voor niet vormgegeven bouwstoffen wel een vertaling van lab naar praktijk wordt gegeven in de vorm van genoemde correctiefactoren en voor vormgegeven bouwstoffen deze vertaling in feite ontbreekt, is de vergelijking hoe dan ook niet helemaal zuiver. Vanuit de begeleidingscommissie waren de reacties hierover duidelijk verdeeld. Deze keuze heeft geen invloed op de conclusies van het onderzoek.

- Paragraaf 3.4 over samenstelling en uitloging is aangevuld. In bijlage 3 zijn alle uitlogingsberekeningen weergegeven. Dit zou voldoende moeten zijn om de transparantie van de berekeningen te waarborgen.
- De massabalans is nog aangepast n.a.v. commentaar van Guus van Den Berghe AOO. De verbranding van de restfractie in een AVI is wel opgenomen in het model.
- Het ruimtebeslag van storten is verder uitgewerkt in het eindrapport.

Effectbeoordeling

Er is uitleg over normalisatie toegevoegd in het eindrapport

Conclusies en interpretatie

De niet-gekaracteriseerde ingrepen zijn niet weergegeven in de rapportage. Door DHV is een uitgebreide check gemaakt, waarbij de niet gekarakteriseerde ingrepen zijn gecontroleerd. De niet gekarakteriseerde ingrepen die wel in de achtergrondprocessen van de inventarisatie voorkomen, maar niet zijn opgenomen in de methodiek, hebben geen invloed hebben op de resultaten hebben omdat:

- De emissies zeer laag zijn vergeleken met de voorgrondprocessen, of
- Het stoffen betreft die in principe niet als milieubelastend worden gezien of een zeer lage toxiciteit hebben (bijv. uitputting van zand, emissies van kalium, magnesium naar bodem e.d.) of
- Het stoffen betreft die niet kunnen worden opgenomen in de huidige LCA methodiek (straling, COD naar water, warmteverliezen naar de lucht) of
- Het stoffen betreft die zodanig ongespecificeerd zijn dat het niet mogelijk is om deze te karakteriseren (dissolved substances, unspecified emissions).

Een expliciete, beknopte afweging van datakwaliteit is volgens ISO vereist en is derhalve toegevoegd in het eindrapport.

BIJLAGE 8 Lijst van afkortingen

AOO	Afval Overleg Orgaan
BAG	Bewerking van Afvalstoffen tot Grond- en Bouwstoffen b.v.
CIM	Centrum voor Immobilisatie
CML	Centrum voor Milieukunde Leiden
CUR	Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving
ENCI	Eerste Nederlandse Cementindustrie
EOX	Extraheerbare Organische Halogeenverbindingen
GWW	Grond- Water- en Wegenbouw
LCA	Levenscyclusanalyse
LAP	Landelijk Afvalbeheerplan
MER	Milieu Effect Rapportage
NVIP	Nederlandse Vereniging van Immobilisatie Producenten
NVPG	Nederlandse Vereniging van Procesmatige Grondreinigingsbedrijven
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
RWS DWW	Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouw
SCG	Service Centrum Grondreiniging
VLCA	Vereniging voor LCA in de bouw