

# **MILIEUEFFECTRAPPORT LANDELIJK AFVALBEHEERSPLAN**

## **Achtergronddocument A2 LCA; methodiek en uitwerking in het LAP**

Afval Overleg Orgaan  
2002

## **INHOUDSOPGAVE**

1.	INLEIDING	3
1.1	Doel en reikwijdte van dit achtergronddocument	3
1.2	Indeling van dit achtergronddocument	3
2.	DE LCA-METHODIEK	4
2.1	Achtergronden	4
2.2	LCA in internationaal verband	4
2.3	De LCA-systematiek in stappen	5
3.	STAP 1; DOELBEPALING	7
4.	STAP 2; INVENTARISATIE	8
4.1	Diepgang van de inventarisatie	8
4.2	Allocatie	10
4.3	Gebruik van achtergrondprocessen	11
4.4	Kwaliteit van data	11
5.	STAP 3; KARAKTERISERING	13
6.	STAP 4; NORMALISATIE	16
7.	STAP 5; WEGING	18
8.	STAP 6; INTERPRETATIE	20
	BIJLAGE 1; ALLOCATIE	24
	BIJLAGE 2; AFLEIDING WEEGFACTOREN	26
b2.1	Weegvorm 1: alle milieuthema's wegen even zwaar	26
b2.2	Weegvorm 2: alle LCA-thema's wegen even zwaar	26
b2.3	Weegvorm 3: weging aan de overheidsdoelstellingen ("distance-to-target"(DtT))	26
b3.4	Weegvorm 4; weging alleen aan het LCA-thema broeikas-effect	31
b2.5	Weegvorm 5: weging alleen aan het milieuthema verspreiding	31
b2.6	Overzicht van alle weegfactoren	32
	BIJLAGE 3; ACHTERGRONDPROCESSEN EN GEKOZEN STOFFEN EN PRODUCTEN	33
b3.1	Algemeen	33
b3.2	Gebruikte achtergrondprocessen en keuzen bij karakterisering	34
	BIJLAGE 4; SPECIFIEK IN HET KADER VAN DEZE STUDIE ONTWIKKELDE ACHTERGRONDPROCESSEN	39
	BIJLAGE 5; NIET GEKARAKTERISEERDE INGREDIËNTEN	47
	REFERENTIES	48

## **1. INLEIDING**

### **1.1 Doel en reikwijdte van dit achtergronddocument**

Binnen het Milieueffectrapport ten behoeve van het Landelijk Afvalbeheerplan (MER-LAP) zijn verwijderingsalternatieven voor afvalstoffen vergeleken, waarbij gebruik wordt gemaakt van de methodiek van de LevensCyclusAnalyse (LCA).

In dit achtergronddocument wordt een toelichting gegeven op de in MER-LAP gehanteerde LCA-methode. Het doel van dit achtergronddocument is inzicht te geven in gemaakte keuzen en gehanteerde processen en om een vergelijkbare uitvoering van toekomstige LCA's mogelijk te maken, bijvoorbeeld voor nieuw ontwikkelde verwerkingstechnieken.

Gepoogd is om de meest relevante keuzen en aannamen die door het hele MER heen zijn gemaakt weer te geven. Het wordt echter niet uitgesloten dat voor een toekomstig vergelijk met de gehanteerde berekeningen in MER-LAP inzicht in de feitelijke software database onmisbaar is. In dergelijke gevallen kan voor de gewenste detailinformatie contact opgenomen worden met het AOO.

### **1.2 Indeling van dit achtergronddocument**

In hoofdstuk 2 wordt allereerst ingegaan op enkele achtergronden van de milieugerichte LCA als analysemethode. Het betreffende hoofdstuk bevat tevens een korte schets van de LCA in internationaal perspectief.

Vervolgens wordt in het kort een schets gegeven van de systematiek van de LCA-analyse en wordt aangegeven welke stappen achtereenvolgens moeten worden doorlopen. De geschetste stappen zijn vervolgens leidraad voor de verdere invulling van dit achtergronddocument. In de daarop volgende hoofdstukken volgt dan een nadere uitwerking van deze verschillende stappen. Hierbij wordt steeds aangegeven welke keuzen er in het kader van MER-LAP zijn gemaakt.

De meer gedetailleerde uitwerking is samengebracht in diverse bijlagen.

## 2. DE LCA-METHODIEK

### 2.1 Achtergronden

LCA is een systematische manier om, met behulp van een “wieg-tot-graf”-benadering, de milieupact van producten of activiteiten te evalueren. In MER-LAP worden met de LCA-methode de milieugevolgen van de complete afvalverwerkingsprocessen (van begin tot eind) in kaart gebracht.

De bedoelde milieugevolgen zijn in de eerste plaats de bijbehorende emissies van stoffen naar water, lucht en bodem die horen bij de daadwerkelijke bewerkingshandelingen. Er wordt echter ook gekeken naar de emissies die horen bij de voor de afvalverwerking benodigde hulpprocessen als transport, energie, productie van hulpstoffen, etc. Naast al deze directe emissies naar water, lucht en bodem wordt verder tevens rekening gehouden met potentiële gevolgen voor de uitputting van hulpbronnen en de invloed van landgebruik op ecosystemen. Verder zijn de vermeden effecten meegenomen als gevolg van de nuttige toepassing van afvalstoffen als vervanging van primaire grond-, hulp- en brandstoffen. Bij de verwerking van reststoffen in nuttige toepassing of op stortplaatsen, wordt tenslotte de uitloging van stoffen meegenomen.

De aanpak bestaat uit het identificeren en kwantificeren van emissies en van materiaal- en energieverbruik gedurende alle fasen van de gehele levenscyclus van producten en processen. De gekwantificeerde emissies en hoeveelheden energie- en materiaalgebruik worden in de LCA-berekening vervolgens vertaald naar effecten op een aantal geselecteerde LCA-thema's (verzuring, broeikas effect, etc.) en alle effecten die horen bij de verwerking van een hoeveelheid afval worden per thema bij elkaar opgeteld. Hierdoor resulteert dan een totale score op ieder van deze thema's voor een compleet verwerkingsproces, dus van alle voorbereidingshandelingen, bewerkingen, transporteffecten en dergelijke bij elkaar. Vervolgens kan worden beoordeeld welke verwerkingsoptie op een bepaald milieuthema (bijvoorbeeld broeikas effect) het beste scoort.

Door alle LCA-thema's bij elkaar op te tellen kan vervolgens één uiteindelijke milieueffectscore worden afgeleid. Dit optellen kan echter alleen gebeuren door zekere, per definitie subjectieve, weegfactoren te introduceren. Dit proces is in beginsel geen onderdeel van een LCA.

### 2.2 LCA in internationaal verband

De ontwikkeling van het LCA-instrument is vanaf de begin jaren negentig van de vorige eeuw in een stroomversnelling geraakt. Belangrijke organisaties die een rol spelen bij de (verdere) ontwikkeling van de methodiek zijn de SETAC (Society of Environmental Toxicity and Chemistry) ([www.setac.org/lca](http://www.setac.org/lca)), ISO ([www.iso.org/iso14000](http://www.iso.org/iso14000)) en, meer recentelijk, UNEP ([www.unep.org/pc/sustain/lca](http://www.unep.org/pc/sustain/lca)).

In Nederland heeft het Centrum voor Milieukunde te Leiden veel aandacht besteedt aan de ontwikkeling van de LCA-methodiek (Heijungs, 1992). De benaderingswijze van CML is de belangrijkste leidraad geweest bij de inhoudelijke totstandkoming van de LCA's voor het MER-LAP. De bijdrages door CML, SETAC en UNEP zijn met name gericht op de inhoudelijke samenhang binnen de LCA. De bijdrage van ISO is vooral gericht op procedurele standaardisering in verschillende normen. Deze normen zijn de belangrijkste leidraad voor de procedurele totstandkoming van de LCA's.

De belangrijkste ISO-normen voor LCA zijn:

- ISO-14040: LCA: raamwerk: algemeen doel, terminologie en inhoudelijke opzet;
- ISO-14041: LCA: bepaling doel, afbakening systeemgrenzen en inventarisatie van gegevens
- ISO-14042: LCA: milieubeoordeling
- ISO-14043: LCA: interpretatie

In alle LCA-berekeningen binnen het MER-LAP uitgevoerd is rekening gehouden met de ISO-standaarden. Indien daarvan is afgeweken, wordt dit toegelicht.

### **2.3 De LCA-systematiek in stappen**

De belangrijkste onderdelen van een LCA zijn achtereenvolgens doelbepaling, inventarisatie, milieubeoordeling en interpretatie.

#### 1. Doelbepaling:

De uitgangsparameters voor de LCA worden bepaald en vastgelegd. Een wezenlijk onderdeel in dit stadium vormt het definiëren van de systeemgrenzen voor de analyse; welk (onderdeel van) een proces is onderwerp van de analyse en hoe ver strekt de analyse zich uit.

#### 2. Inventarisatie:

In dit onderdeel vindt het vaststellen van de verschillende milieu-ingrepen plaats, zoals emissies van stoffen naar lucht, bodem, water, productie van geluid, gebruik van grondstoffen, vrijkomen van afvalstoffen.

#### 3. Karakterisering (milieueffectbeoordeling):

De in stap 2 vastgestelde milieu-ingrepen worden in deze stap vertaald naar een bijdrage aan de meegenomen LCA-thema's. Concreet betekent dit dat voor iedere vastgestelde emissie wordt bepaald hoe zeer deze bijdraagt aan zaken als broeikas effect, verzuring, vermesting, etc. De bijdrage van een ingreep aan een LCA-thema wordt gekwantificeerd met behulp van karakteriseringsfactoren. Karakteriseringsfactoren geven dus de potentiële schade aan die een ingreep veroorzaakt en iedere geëmitteerde stof draagt hierdoor in verhouding tot zijn "schadelijkheid" bij aan de score op het betreffende thema. Een geëmitteerde stof kan in verschillende mate bijdragen aan meerdere thema's en kent daartoe voor ieder thema een eigen karakteriseringsfactor.

#### 4. Normalisatie (milieueffectbeoordeling):

Binnen deze stap worden de verschillende LCA-thema's ten opzichte van elkaar in beschouwing genomen door middel van een normalisatie. Dit bestaat er uit dat de score op een thema wordt afgezet tegen de totaalscore van de Nederlandse samenleving op dat betreffende thema. Door dit voor alle thema's te doen ontstaan zogenaamde genormaliseerde scores die het beter mogelijk maken om de belasting op verschillende thema's met elkaar te vergelijken.

#### 5. Weging (milieueffectbeoordeling):

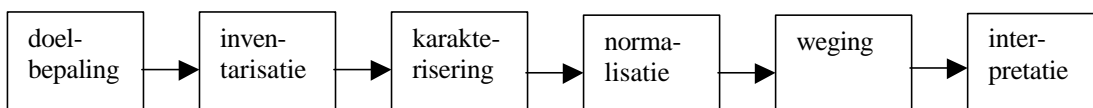
Hoewel alleen opgenomen als optioneel element binnen de ISO-standaarden, kunnen de genormaliseerde scores bij elkaar opgeteld worden door middel van een weging. Binnen MER-LAP is, conform de Richtlijnen voor het MER, op verschillende manieren gewogen. Er is gekozen voor meerdere weegmethoden om zodoende de gevoeligheid van de resultaten voor de kritische stappen in beeld te brengen.

## 6. Interpretatie

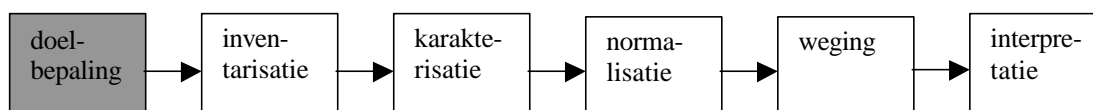
Binnen deze stap wordt tenslotte beoordeeld of de verkregen data volledig zijn en vindt, behalve de waardering van de milieu-effecten, tevens een beoordeling plaats op grond van een inschatting van de betrouwbaarheid van de analyse. In deze substap vindt ook voor een belangrijk deel het onderzoek naar gevoeligheden plaats en wordt nadrukkelijk gezien in hoeverre gevonden verschillen ook daadwerkelijk significant zijn. In een enkel geval kan dit leiden tot het opnieuw terugkeren naar de inventarisatiefase (stap 2) teneinde de betrouwbaarheid van gehanteerde gegevens nog eens te bezien, danwel ontbrekende gegevens die van voor de uitkomst van belang lijken alsnog te vinden.

Schematisch zijn de stappen in onderstaande figuur weergegeven. Bij de verdere uitwerking van de systematiek zal deze figuur als leidraad worden gehanteerd.

**Figuur 2.1; schematische weegave van het LCA-proces**



### 3. STAP 1; DOELBEPALING



Binnen de doelbepaling worden de uitgangspunten voor de LCA-vergelijking bepaald en vastgelegd. Een wezenlijk onderdeel vormt het definiëren van de systeemgrenzen voor de analyse; welk (onderdeel van een) proces dient bij de analyse te worden betrokken. Het spreekt vanzelf dat van de verschillende verwerkingsopties voor een hoeveelheid afval zorgvuldig moet worden afgewogen welke voorbewerkingen, hulpprocessen en vervolgbewerkingen bij ieder van de te vergelijken opties nog moeten worden meegenomen om te komen tot een eerlijke vergelijking.

Als functionele eenheid is in alle LCA's voor het MER-LAP consequent uitgegaan van de verwerking van 1 ton afval met een zekere kwaliteit op het moment direct na inzameling. Alle eindscores zijn uiteindelijk uitgedrukt in de verwerking van 1 ton van de betreffende afvalstof.

In MER-LAP zijn de milieu-ingrepen van alle (deel)processen in de hele afvalbeheersketen meegenomen. Kapitaalgoederen zijn bij de vergelijkingen voor het MER-LAP echter buiten beschouwing gelaten. Voor een aantal processen zoals energieopwekking en transport zijn weliswaar gegevens bekend over de gebruikte kapitaalgoederen, maar voor een groot aantal andere processen is dit niet het geval. Om de consistentie op dit punt te waarborgen, is besloten om voor geen van de processen rekening te houden met kapitaalgoederen<sup>1</sup>.

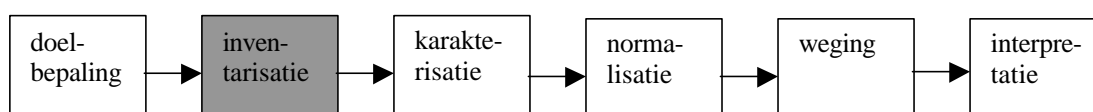
De beheersketen begint voor huishoudelijke afval en voor bedrijfsafval direct na inzameling, dat wil zeggen respectievelijk vanaf de gemeentegrens en vanaf het terrein van de primaire ontdoener. Het vochtgehalte en de samenstelling van de afvalstof worden direct na inzameling bepaald. In de keten worden ook transportactiviteiten beschouwd, evenals productie en gebruik van brandstoffen, elektriciteit en warmte.

De beheersketen eindigt met de verwijdering van reststoffen en/of de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen. Eindverwerkingsprocessen zoals verbranden, storten of lozen zijn, indien en voorzover hierbij emissies optreden die zijn toe te rekenen aan de functionele eenheid (1 ton te verwerken afval), in alle gevallen geheel binnen de LCA meegenomen. De toegekende emissies dienen productgerelateerd te zijn, ofwel dienen daadwerkelijk te worden veroorzaakt door de verwerking van de ton afval waar de LCA-analyse zich op richt. Effecten van opwerkingsprocessen die leiden tot te verwijderen reststoffen of nuttig toepasbare producten behoren tot de keten. Dit houdt dus in dat wanneer een reststof niet direct nuttig kan worden toegepast maar eerst specifieke behandelingen moet ondergaan, de milieu-effecten daarvan betrokken zijn bij de milieu-analyse.

---

<sup>1</sup> Ter verificatie van de eventuele consequenties van deze keuze is voor enkele eerder (ten behoeve van het MER voor het TJP) gemaakte LCA-vergelijkingen nagegaan in hoeverre het wel of niet meenemen van kapitaalgoederen een significante invloed op de scores en de uitkomst van de vergelijking had. Dit bleek niet het geval te zijn.

## 4. STAP 2; INVENTARISATIE



In deze fase van de LCA vindt de vaststelling van de verschillende milieu-ingrepen plaats, zoals emissies van stoffen naar lucht, bodem en water, gebruik van grondstoffen, vrijkomen van te storten afvalstoffen, etc.

### 4.1 Diepgang van de inventarisatie

De milieu-ingrepen die minimaal zijn meegenomen zijn ingrepen die bij het te beschouwen systeem redelijkerwijs een rol kunnen spelen en waarvoor een karakteriseringsfactor<sup>2</sup> beschikbaar is. Voor de vergaring van data is gebruik gemaakt van stapsgewijze procesbeschrijvingen en overzichtstabellen. Deze zijn per gedefinieerde afvalstroom uitgewerkt en weergegeven in de achtergronddocumenten A3 t/m A28 bij het MER-LAP.

Binnen de inventarisatie zijn de volgende milieu-ingrepen beschouwd:

- gebruik ruwe grondstoffen en energiedragers;
- emissies naar lucht;
- emissies naar water;
- emissies naar bodem;
- afval;
- waterverbruik;
- energieverbruik; en
- landgebruik.

Bij de inventarisatie is, zoals dat gebruikelijk is, uitgegaan van een oneindige tijdhorizon. Een uitzondering hierop vormt de benadering voor de uitloging van stoffen uit stortplaatsen en werken waarin secundaire materialen zijn toegepast. Om pragmatische redenen wordt bij de uitloging uit stortplaatsen uitgegaan van een tijdshorizon van 10.000 jaar. De uitloging uit werken wordt beperkt tot een termijn van 100 jaar. De reden voor dit laatste is dat er voor werken in het algemeen vanuit wordt gegaan dat deze niet meer dan 100 jaar aanwezig zijn (in praktijk veelal nog veel korter) en de afvalstoffen/reststoffen daarin dus maximaal gedurende die periode kunnen bijdragen aan de belasting van de betreffende bodem. Ook de normering van het Bouwstoffenbesluit is om die reden gebaseerd op een periode van 100 jaar. Het feit dat de betreffende reststoffen/afvalstoffen na hun eerste toepassing mogelijk weer opnieuw een bewerking ondergaan en weer opnieuw een belasting voor het milieu zouden kunnen vormen is in MER-LAP buiten beschouwing gelaten (zie ook achtergronddocument A1).

Voor de belangrijke stof CO<sub>2</sub> geldt dat bij de inventarisatie van milieu-ingrepen de emissie van CO<sub>2</sub> is genegeerd voor zover het emissies zijn die behoren tot de "korte CO<sub>2</sub>-kringloop". Deze zogenaamde korte kringloop is een omschrijving voor het evenwicht tussen binding in biomassa en oxidatie (rotting / compostering / verbranding). Er wordt vanuit gegaan dat CO<sub>2</sub> uit deze korte kringloop voortdurend ontstaat en weer door de natuur wordt onttrokken en dat dergelijke emissies geen bijdrage leveren aan het broeikaseffect (anders dan CO<sub>2</sub> uit fossiele brandstoffen dat al miljoenen jaren lang geheel uit deze kringloop is verdwenen en dat er door het verbanden van deze fossiele brandstoffen extra aan wordt toegevoegd).

---

2 Zie voor het begrip karakteriseringsfactor hoofdstuk 5



Bij nuttige toepassing van compost is tevens rekening gehouden met veenvervanging ofwel uitsparing van langcyclisch CO<sub>2</sub>. Bij het winnen van energie uit afval is gerekend met uitsparing van fossiele brandstoffen, ofwel ook uitsparing van langcyclisch CO<sub>2</sub> indien het afval bestaat uit producten waarin geen fossiele energiedragers zijn verwerkt<sup>3</sup>.

Bij afvalverwerkingsprocessen kunnen secundaire grondstoffen ontstaan, die nuttig kunnen worden toegepast. In dergelijke gevallen worden reguliere winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen vermeden en dus ook de bijbehorende emissies. In de LCA-berekeningen zijn dergelijke vermeden milieu-effecten als "negatieve milieu-ingrepen" meegenomen, ofwel de vermeden milieueffecten zijn afgetrokken van de effecten die de verwerking van een afvalstof met zich meebrengt. Daar tegenover staat wel dat, naast het meenemen van vermeden emissies door het uitsparen van primair materiaal, wel de gevolgen van nuttige toepassing van de verkregen secundaire grondstoffen worden meegenomen. De gevolgen van de toepassing van verkregen restproducten en secundaire grondstoffen zijn alleen buiten beschouwing gelaten wanneer de samenstelling en kwaliteit van (de producten van) de secundaire grondstoffen gelijkwaardig is aan die van (de producten van) uitgespaarde primaire grondstoffen. Dit is per geval gemotiveerd. Wanneer sprake is van een dergelijke gelijkwaardigheid, dan zijn uitsluitend de gevolgen meegenomen van de processen die noodzakelijk zijn om de secundaire grondstoffen om te zetten in economisch verhandelbare producten. Meegenomen is dan nog wel het transport naar de locatie waar verdere verwerking of inzet plaatsvindt (inclusief het vermeden transport van niet meer aan te voeren primair materiaal), maar er is echter vanuit gegaan dat daarna met alle vervolghandelingen een vergelijkbare handeling met primair materiaal wordt vermeden.

Uitgangspunt bij het hergebruik van secundaire metalen (ferro- en non-ferro) is de vervanging van een vergelijkbare hoeveelheid concentraat van primaire metalen. Hoewel er verschillen zijn in de plaats waar secundair metaal in een proces wordt gebracht, doet dit in de meeste gevallen recht aan de actuele situatie van hergebruik van secundair metaal. In de (IVAM)database voor SimaPro is derhalve aansluiting gezocht bij bestaande of in het kader van het MER-LAP ontwikkelde procesbeschrijvingen voor de productie van concentraten. Met het uitsparen van dergelijke concentraten wordt tevens de milieu-effecten die samenhangen met de delving van erts, met de productie van concentraten uit die erts en het transport naar Nederland als vermeden emissie in rekening gebracht.

Zoals in het begin van deze paragraaf reeds is aangegeven zijn alle ingrepen meegenomen die "bij het te beschouwen systeem redelijkerwijs een rol kunnen spelen en waarvoor een karakteriseringsfactor<sup>4</sup> beschikbaar is". Het kan echter ook voorkomen dat er bij de inventarisatie emissies naar voren komen waarvoor niet zondermeer duidelijk is wat de impact is op de verschillende milieuthema's (geen karakteriseringsfactor beschikbaar). Meestal is het niet duidelijk of het een emissie betreft die buiten beschouwing kan blijven zonder dat dat de vergelijking beïnvloedt. Gedacht kan worden aan emissies van stofgroepen (karakteriseringsfactoren worden vaak alleen afgeleid voor individuele stoffen) of van zeer specifieke verbindingen. In dergelijke gevallen is de emissie echter wel meegenomen en is in de karakteriseringfase een schatting gedaan voor de te hanteren karakteriseringsfactor.

---

3 In praktijk is de aanpak geweest dat de emissies die worden vermeden door de productie van energie in rekening zijn gebracht door middel van de daartoe in SimaPro aanwezige achtergrondprocessen (zie ook paragraaf 4.3). Bij afval met fossiele energiedragers is daar tegenover tevens een emissies van CO<sub>2</sub> in rekening gebracht, terwijl bij afval uit niet-fossiele energiedragers deze toerekening achterwege is gelaten (netto resulterend in een vermeden bijdrage).

4 Zie voor het begrip karakteriseringfactor hoofdstuk 5.

## 4.2 Allocatie

Bij de uitvoering van de LCA's voor het MER-LAP is in veel gevallen sprake van zogenaamde multi in- en outputprocessen. Met dit begrip wordt bedoeld dat een proces meerdere functies kan hebben. Bij afvalverwerking gaat het er dan meestal om dat veel afvalverwerkende processen behalve de dienst "afvalverwerking" nog een aantal andere producten of diensten leveren. Het gaat hierbij vaak om bijvoorbeeld het leveren van energie, maar het kan ook zijn dat een proces zowel een regulier productieproces als een afvalverwerkend proces is.

Vaak is het zo dat het nevenproduct van afvalverwerkingsproces A een ander nevenproduct is dan het nevenproduct van afvalverwerkingsproces B. Proces A en B kunnen dan niet direct met elkaar worden vergeleken, want er wordt immers een verschillend pakket aan diensten en producten geleverd. Er moet een correctie worden aangebracht, zodat de vergeleken opties wel betrekking hebben op hetzelfde pakket aan diensten en producten. Dit probleem wordt allocatie genoemd, hetgeen er concreet op neer komt dat bepaald moet worden welk deel van de milieu-effecten van de totale installatie worden veroorzaakt door de verwerking van de afvalstof.

In de loop der jaren is een drietal gangbare methoden ontwikkeld om dit allocatieprobleem op te lossen (volgens ISO 14041). Voor een meer gedetailleerde beschrijving van dit aspect wordt verwezen naar bijlage 1 van dit achtergronddocument waar op verschillende allocatiemethoden wordt ingegaan. Hier wordt volstaan met op te merken dat in MER-LAP zo veel mogelijk is gewerkt met de methode van "vermeden emissies". Dit betekent dat wanneer het ene systeem verschilt van het andere systeem doordat het naast afvalverwerking tevens nog een andere "dienst" levert (vaak gaat het om de productie van energie maar het kan ook gaan om de vorming van een nuttig toepasbaar product waarmee de inzet van primair materiaal kan worden uitgespaard), dat dan consequent is gecorrigeerd door milieu-effecten die horen bij de "extra dienst" van het totale milieu-effect af te trekken. Hiermee wordt het systeem vergelijkbaar met een systeem zonder deze "extra dienst". Voor een aantal achtergrondprocessen (zie paragraaf 4.3) bleek deze benadering niet mogelijk en is gewerkt met een andere allocatiemethode (zie hierna).

Het toepassen van "allocatie op basis van fysische gegevens" of "allocatie op basis van andere relaties" is uitsluitend gebeurd wanneer de voorkeursmethode (vermeden emissie) geen goed resultaat oplevert. Een voorbeeld is een situatie waarin in een afvalverwerkingsproces diverse afvalstoffen samen worden verwerkt en de emissiecijfers van een dergelijke installatie dus zijn gebaseerd op een mix aan verschillende afvalstoffen. In dergelijke gevallen is, op basis van de samenstelling van de afvalstof waar naar wordt gekeken, dan een deel van de totale emissie van de installatie "gealloceerd" aan de afvalstroom. Een vergelijkbaar voorbeeld betreft bijvoorbeeld de toerekening van energie die bij de verwerking van een verschillende afvalstromen ontstaat wordt "gealloceerd" aan een specifieke afvalstroom op basis van de stookwaarde. In deze gevallen vindt allocatie dus feitelijk plaats aan de hand van de fysische of chemische kenmerken van een afvalstof.

### 4.3 Gebruik van achtergrondprocessen

In de inventarisatiefase wordt gewoonlijk veel aandacht besteedt aan ingrepen die rechtstreeks samenhangen met het te bestuderen (afvalverwerkings)proces. Op een subniveau echter zijn zeer veel ingrepen gelieerd aan veel terugkerende achtergrondprocessen. Door middel van het gebruik van achtergrondprocessen is eenvoudig een hele range aan bijbehorende milieu-ingrepen in rekening te brengen. De bekendste achtergrondprocessen zijn elektriciteitsproductie en transport, maar ook de productie van chemicaliën en bouwgrondstoffen worden hier gerekend tot de achtergrondprocessen. Door een juiste keuze van een achtergrondproces is zo snel het hele scala aan bijbehorende emissies en andere milieueffecten die horen bij een bepaald energieverbruik of een bepaalde hoeveelheid transport in rekening gebracht. Een ander voorbeeld van het gebruik van achtergrondprocessen is het in rekening brengen van de vervanging van primaire materialen door uit afval geproduceerde secundaire grondstoffen. Gedacht kan worden aan schroot dat in de metaalproductie wordt afgezet of aan secundaire bouwstoffen waarmee primair zand of grind o.i.d. kan worden vermeden. Voor een groot aantal van dergelijke zaken is door middel van het gebruik van achtergrondprocessen een compleet pakket aan milieu-ingrepen die bijvoorbeeld door de vermeden winning, transport en verdere producten van de primaire materialen worden voorkomen in rekening gebracht.

Om de milieu-ingrepen van generieke achtergrondprocessen zoals elektriciteitsopwekking en transport mee te kunnen nemen, is gebruik gemaakt van een gestandaardiseerde LCA-database (van Ewijk et al., 2000). In de bijlage 3 en 4 wordt verder uitgebreid ingegaan op het gebruik van achtergrondprocessen, en wordt ook aangegeven welke specifieke keuzen er in het kader van dit MER op dit punt zijn gemaakt en op achtergrondprocessen die speciaal in het kader van deze studie zijn opgesteld.

### 4.4 Kwaliteit van data

Voor wat betreft de kwaliteit van data is zoveel als mogelijk aangesloten bij ISO (ISO/FDIS 14041). In ieder geval is aandacht besteed aan de volgende parameters:

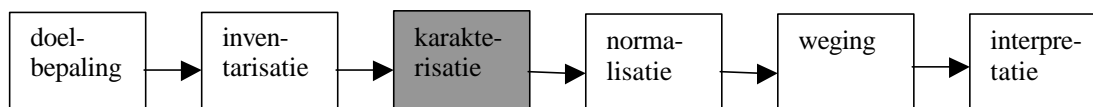
1. de ouderdom van de data;
2. de geografische eenheid waarop de data betrekking hebben;
3. de ouderdom van de toegepaste technologie;
4. de precisie (variatie) van de verkregen data;
5. de compleetheid van de dataset;
6. de representativiteit van de data (feitelijk de samenhang van de eerste drie parameters);
7. consistentie van de data (is de gekozen LCA-methodiek uniform op alle data toegepast);
8. reproduceerbaarheid van de data (is de data door een buitenstaander te reproduceren).

Als uitgangspunt voor de punten 1 t/m 3 is genomen dat de data in beginsel representatief moet zijn voor de verwerking van Nederlandse afvalstromen (geografie), toepasbaar zijn op gemiddelde of nieuwe technologie in West-Europa (technologie) en betrekking hebben op situaties van bij voorkeur 1998 of later (tijd). Bij alle LCA's is gekeken naar deze parameters.

Voor de laatste vijf parameters wordt doorgaans een kwalitatieve inschatting gemaakt. De precisie van de data komt terug in hoofdstuk 8 van dit achtergronddocument. Van de parameters 'precisie' en 'compleetheid' wordt in de achtergronddocumenten A3 t/m A28 aangegeven welke inschatting van toepassing is. Van een aantal verwerkingstechnieken bestaat slechts één installatie in Nederland. Indien meerdere installaties voorkomen, is steeds beargumenteerd gekozen voor een representatieve installatie. Er is dus meestal niet gewerkt met een gemiddelde van alle installaties.

In het grootste deel van de gevallen is er sprake van data die betrekking hebben op de Nederlandse situatie, toepasbaar zijn voor gemiddelde en nieuwe technologie en afkomstig zijn uit de periode 1995-1999. Met uitzondering van de ouderdom van de data, voldoen de data in grote lijnen aan de gestelde eisen. Wel bestaat het vermoeden dat in situaties waar nieuwe technologieën worden toegepast, de nauwkeurigheid van de data beduidend lager is dan van gemiddelde (bestaande) technologieën. Hier is veelal door middel van gevoeligheidsanalyses rekening mee gehouden (zie hoofdstuk 6).

## 5. STAP 3; KARAKTERISERING



Binnen de karakteriseringstap worden de milieu-ingrepen (d.w.z. de bij de inventarisatie bepaalde emissies) met behulp van karakteriseringsfactoren vertaald milieueffecten op LCA-thema's. Vaak dragen emissies in verschillende mate bij aan meerdere LCA-thema's. Dergelijke emissies kennen dan een karakteriseringsfactor voor ieder van deze LCA-thema's. Voor wat betreft de keuze van LCA-thema's is in deze studie aangesloten bij de veelgebruikte methode van het Centrum voor Milieukunde te Leiden (CML).

Binnen het MER-LAP zijn de in de onderstaande tabel gegeven milieu- en LCA-thema's wel en niet meegenomen:

Tabel 5.1; Milieu- en LCA-thema's

Milieuthema's	LCA-thema's	In LCA voor MER-LAP	
		Ja	Nee
<i>Effectgericht</i>			
Klimaatverandering	versterking broeikaseffect	X	
	aantasting ozonlaag	X	
Verzuring	verzuring	X	
Vermesting	eutrofiering		
	- terrestrisch - aquatisch	X X	
Verdroging	verdroging		X
Verspreiding	humane toxiciteit	X	
	ecotoxiciteit		
	- terrestrisch - aquatisch (zoetwater)	X X	
	fotocemische oxidantvorming	X	
Verstoring	geluid, geur, e.d.		X
Verspilling	uitputting biotische grondstoffen		X
	uitputting abiotische grondstoffen	X	
Aantasting	fysieke aantasting ecosystemen		
	- biodiversiteit - life support	X X	
	aantasting van landschap		X
Versnippering	(fragmenterende ingrepen)		X
<i>Ingreeppgericht</i>			
	waterverbruik	X	
	energieverbruik	X	
	fysiek ruimtebeslag	X	
	finale (te storten) afval	X	

LCA-thema's als aantasting van landschap, geurhinder en geluid betreffen vooral lokaal georiënteerde milieuproblemen. Behandeling op het strategisch niveau van dit plan-MER is niet zinvol. Dergelijke milieuknelpunten zijn niet inherent aan een technologie als zodanig maar hangen vaak met name samen met de ligging van een installatie t.o.v. zijn omgeving en kunnen door een goede locatiekeuze danwel beperkende maatregelen vaak worden opgelost zonder dat het milieu blijvende schade ondervindt (TNO, 1996). Verdroging, uitputting van biotische grondstoffen en fragmenterende ingrepen (versnippering van landschap) zijn niet als LCA-thema's meegenomen omdat hiervoor nog geen operationele systematiek voorhanden is.

De ingreepgerichte LCA-thema's waterverbruik, energieverbruik, fysiek ruimtebeslag en finaal te storten afval worden meegenomen vanwege het feit dat zij goede en inzichtelijke indicatoren vormen. Zij zijn bij de weging echter anders behandeld dan de andere thema's omdat het volledige meewegen in de LCA-analyses zou leiden tot dubbel telling van effecten of omdat zij een milieuthema vertegenwoordigen dat binnen de LCA-systematiek nog niet operationeel is (waterverbruik als indicator voor verdroging).

Een uitgebreidere toelichting op de systematiek achter de verschillende LCA-thema's wordt gegeven in (Heijungs, 1992 en Guinee, 2001).

Voor verschillende LCA-thema's hangt de karakteriseringsfactor (of wel de mate waarin een dergelijke emissie bijdraagt aan het effect op dit thema) af van de beschouwde tijdshorizon. In principe is steeds de tijdshorizon oneindig (of 500 jaar voor broeikas effect) aangehouden<sup>5</sup>. Omdat de invloed van de tijdshorizon met name groot is bij persistente stoffen (met name zware metalen) die vrijkomen bij processen als uitloging uit een stort of uit een toepassing van reststoffen (vooral op thema's als humane toxiciteit en ecotoxiciteit), is in het kader van de gevoeligheidsanalyse expliciet aandacht aan dit aspect besteed. In het kader van de gevoeligheidsanalyses wordt deze tijdshorizon in bepaalde gevallen aangevuld met de scores voor een tijdshorizon van 100 jaar.

De karakteriseringsfactoren voor verzuring en terrestrische vermesting kunnen op twee manieren bepaald worden. In het MER-LAP is standaard gebruik gemaakt van de methode waarbij de gehele emissie van verzurende en vermestende stoffen wordt toegerekend. In een gevoeligheidsanalyse is steeds rekening gehouden met het feit dat deze stoffen pas boven een bepaalde waarde ('threshold') effect gaan vertonen (zogenaamde only-above benadering).

De gebruikte karakteriserings-data zijn grotendeels afkomstig van CML (Guinee, 2001) en verder aangevuld met data van IVAM (van Ewijk, 2000) voor de thema's energie, afval, ruimtegebruik (incl. fysieke aantasting van ecosystemen) en waterverbruik.

Op stofniveau zijn de gegevens van CML aangevuld met factoren voor stofgroepen. Bekende stofgroepen zijn onder meer koolwaterstoffen (CxHy, al dan niet gehalogeneerd), olie en chemisch en biologisch zuurstofverbruik (CZV en BZV). Het karakteriseren van deze stofgroepen is niet in alle gevallen consistent met de gebruikte systematiek voor milieueffectbeoordeling. Het niet karakteriseren van deze emissies kan echter tot een forse onderschatting van de milieueffecten leiden. Gekozen is om een aantal stofgroepen toch te karakteriseren. Met name is dit gedaan voor koolwaterstoffen (thema's broeikas effect, ozonlaagaantasting, smogvorming), halonen/HCF's (ozonlaagaantasting, smogvorming, humane toxiciteit), polycyclische koolwaterstoffen (aquatische en terrestrische ecotoxiciteit en humane toxiciteit) en CZV/BZV (aquatische vermesting). Bij de eerste vier groepen is uitgegaan van een gemiddelde waarde op grond van factoren van individuele stoffen. Bij CZV/BZV is uitgegaan van factoren die reeds langer gebruikt worden en evenals de emissies van vermestende stoffen mogelijk leiden tot zuurstofgebrek in oppervlaktewateren.

Bij het thema uitputting abiotische grondstoffen zijn door IVAM karakteriserings-data toegevoegd voor energiedragers als gas, olie en kolen. Deze factoren zijn qua opbouw consistent met de gebruikte systematiek.

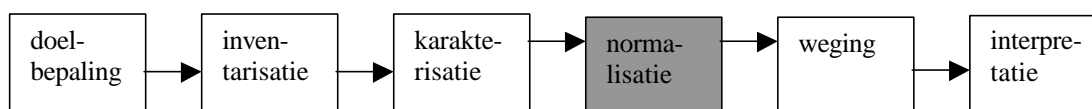
---

5 Het betreft hier een andere tijdshorizon als die in het geval van paragraaf 2.3.1. In dat geval betreft het de tijdshorizon waarover emissies worden toegerekend (zo stopt een schoorsteenemissie wanneer vaak wanneer een ton afval is verwerkt maar gaat uitloging nog lang door). In deze paragraaf betreft het de tijdshorizon waarover een emissie geacht wordt daadwerkelijk bij te dragen aan een milieuthema (ofwel hoe lang duurt het voor het effect door de natuur is geneutraliseerd).

Het komt veelvuldig voor dat in een levensketen stoffen worden geëmitteerd of grondstoffen worden onttrokken waarvoor geen karakteriseringsfactor voorhanden is. Er is steekproefsgewijs bekeken of het ontbreken van deze factoren een relevante invloed zou kunnen hebben op de uitkomsten van de studie. Dit bleek niet het geval te zijn omdat het vaak om stoffen ging met een geringe milieubezwaarlijkheid (bijv. macro-elementen als calcium en magnesium) en/of omdat de emissie zeer gering was. Hetzelfde gold voor de onttrekking van grondstoffen. Het ging hier vooral om stoffen als zand, bentoniet en dergelijk waarvoor wereldwijd nauwelijks sprake is van uitputting van de voorraden.

In een aantal gevallen kon de inventarisatie geen uitsluitsel geven over specifieke ingrepen die optraden. Hiervoor zijn aannamen gedaan. Een overzicht van deze aannamen is gegeven in bijlage 3. Het betrof in vrijwel alle gevallen aannamen met een naar verwachting geringe invloed op de uitkomsten van de studie. In een klein aantal gevallen was de invloed wel relevant en is dat aanleiding geweest om aanvullende data te vergaren.

## 6. STAP 4; NORMALISATIE



Bij normalisatie wordt, om een betere vergelijking van de verschillende effectscores mogelijk te maken, gedeeld door de totale omvang van de betreffende scores in een referentiegebied in een referentiejaar. Door dit voor alle thema's te doen ontstaan zogenaamde genormaliseerde scores die het beter mogelijk maken om de belasting op verschillende thema's met elkaar te vergelijken. Met deze normalisatiestap wordt tevens een beeld verkregen van de mate waarin het onderzochte systeem bijdraagt aan de totale omvang van de milieuproblemen. Omdat de studie is gericht op de Nederlandse situatie en emissies uit de Nederlandse afvalverwijderingsstructuur worden geïnventariseerd, is uitgegaan van scores voor het Nederlandse grondgebied.

Tabel 6.1; Normalisatiefactoren

LCA-thema's	Normalisatiefactor		
	Oneindig	Eenheid	Basisjaar
<i>Effectgericht</i>			
versterking broeikaseffect	2,21E+11	kg CO <sub>2</sub> -eq	1997
aantasting ozonlaag	9,77E+5	kg CFK11-eq	1997
verzuring	6,69E+8	kg SO <sub>2</sub> -eq	1997
terrestrische eutrofiering	1,13E+9	kg NO <sub>x</sub> -eq	1997
aquatisc eutrofiering	5,02E+8	kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -eq	1997
humane toxiciteit	1,88E+11	kg 1,4-DCB eq.	1997
aquatisc ecotoxiciteit (zoetwater)	7,54E+9	kg 1,4-DCB eq.	1997
terrestrisch ecotoxiciteit	9,59E+8	kg 1,4-DCB eq.	1997
fotocemische oxidantvorming	1,82E+8	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq	1997
uitputting abiotische grondstoffen	1,65E+9	kg Sb-eq	1997
fysieke aantasting ecosystemen; biodiversiteit	1,94E+10	-	1993
fysieke aantasting ecosystemen; life support	2,25E+11	ton/ha*jr	1993
<i>Ingreepergericht</i>			
fysiek ruimtebeslag	3,39E+10	m <sup>2</sup> *jr	1993
definitief (te storten) afval	7,30E+9	kg	1997
energieverbruik	4,30E+12	MJ	1993
waterverbruik	2,53E+12	liter	1996

De gehanteerde normalisatiefactoren zijn, analoog aan de gebruikte karakterisatie, deels afkomstig van CML (Guinee, 2001) en deels afkomstig van IVAM (van Ewijk, 2000). De normalisatiewaarde voor definitief afval is afgeleid op basis van (AOO, 1998)<sup>6</sup>.

Omdat de normalisatiefactoren afgeleid worden met behulp van karakteriseringsfactoren, zullen ook de normalisatiefactoren veranderen indien voor een aantal thema's naar een andere tijdshorizon wordt gekeken (zie hoofdstuk 5). In tabel 6.2 zijn ook deze aangepaste normalisatiefactoren vermeld.

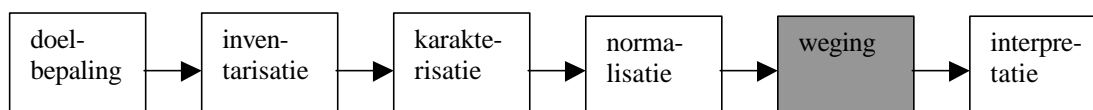
6 Bij de afleiding hiervan is bewust gekozen voor 1997 (hoewel data van latere jaren beschikbaar zijn) omdat de meeste andere normalisatiewaarden ook dat jaar als basisjaar hanteren. Op basis van (AOO 1998, tabel G7) volgt dat in totaal in Nederland 7,4 Mton afval is gestort. Dit getal is gecorrigeerd voor baggerspecie (134 kton) omdat dat i.h.a. op specifieke compartimenten wordt geborgen en derhalve geen reguliere stortruimte in beslag neemt. Hiermee komt de referentiewaarde voor 1997 op 7,3\*E9.



**Tabel 6.2: Normalisatiefactoren**

LCA-thema's	Normalisatiefactor		
	100 jaar	Eenheid	Basisjaar
versteking broeikaseffect	2,51E+11	kg CO <sub>2</sub> -eq	1997
aquatische ecotoxiciteit (zoetwater)	6,44E+09	kg 1,4-DCB eq.	1997
terrestrische ecotoxiciteit	1,72E+08	kg 1,4-DCB eq.	1997
humane toxiciteit	1,87E+11	kg 1,4-DCB eq	1997
	<b>only above</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Basisjaar</b>
verzuring	2,42E+08	kg SO <sub>2</sub> -eq	1997
terrestrische eutrofiering	6,78E+08	kg NO <sub>x</sub> -eq	1997

## 7. STAP 5; WEGING



Een optioneel element in deze fase van de LCA is het wegen van (indicatoren voor) milieueffecten tot één geaggregeerde waarde (ISO/FDIS 14042, paragraaf 6.4). Dit komt er dus op neer dat de scores op de verschillende LCA-thema's, al dan niet met een verschillend gewicht, bij elkaar worden geteld zodat er uiteindelijk 1 totale milieubelasting resulteert. De wegingsscenario's gaan uit van de genormaliseerde effectscores (zie voorgaand hoofdstuk).

Weging is een veelbesproken (optioneel) element van de milieueffectbeoordeling. ISO 14040 geeft aan dat waar weging wordt toegepast de gehanteerde wegingssystematiek transparant dient te zijn en consistent met het doel van de studie. Tevens wordt aanbevolen om verschillende sets van wegingsfactoren te hanteren om zo de gevoeligheid voor bepaalde waardeoordelen zichtbaar te maken.

Conform de Richtlijnen voor het MER is als basis op vijf verschillende manieren gewogen, namelijk volgens:

1. alle milieuthema's wegen even zwaar;
2. alle LCA-thema's wegen even zwaar;
3. weging aan de overheidsdoelstellingen ("distance-to-target"(DtT));
4. weging alleen aan het LCA-thema broeikasemissie (in verband met de beleidsprioriteit energie);
5. weging alleen aan het milieuthema verspreiding.

Binnen de weegvormen 3 en 5 zijn daarbij telkens nog een tweetal varianten onderscheiden, waarmee het totaal aantal gehanteerde weegvormen op 7 komt. Deze varianten binnen de weegvormen 3 en 5 verschillen steeds in de manier waarop wordt omgegaan met de milieuthema's die weer zijn opgebouwd uit meerdere LCA-thema's.

Voor een nadere getalsmatige afleiding van de weegfactoren wordt verwezen naar bijlage 2 van dit achtergronddocument. Hier wordt volstaan met tabel 7.1 waarin een overzicht is gegeven van de weegfactoren die in de verschillende weegvormen zijn gehanteerd om de individuele scores op de diverse LCA-thema's te aggregeren tot één totaalscore.

**Tabel 7.1: Overzicht weegfactoren diverse weegvarianten**

Milieuthema - LCA-thema	Weegfactor per weegvariant *)						
	1	2	3a	3b	4	5a	5b
<i>Effectgericht</i>							
Klimaatverandering:							
- Versterking broeikas-effect	0,5	1	0,59	1,17	1	-	-
- Aantasting ozonlaag	0,5	1	3,0	6,0	-	-	-
Verzuring:							
- Verzuring	1	1	2,9	2,9	-	-	-
Vermesting:							
- Eutrofiëring terrestrisch	0,5	1	1,8	3,6	-	-	-
- Eutrofiëring aquatisch	0,5	1	1,8	3,59	-	-	-
Verspreiding:							
- Humane toxiciteit	0,33	1	0,66	2	-	0,33	1
- Aquatische ecotoxiciteit (zoet)	0,17	1	0,34	2	-	0,17	1
- Terrestrische ecotoxiciteit	0,17	1	0,34	2	-	0,17	1
- Fotochemische oxidantvorming	0,33	1	0,66	2	-	0,33	1
Verspilling							
- Uitputting abiotisch	1	1	-	-	-	-	-
Aantasting							
- Biodiversiteit	0,5	1	-	-	-	-	-
- Life support	0,5	1	-	-	-	-	-
<i>Ingreepgericht</i>							
- Waterverbruik	-	-	-	-	-	-	-
- Energieverbruik	-	-	-	-	-	-	-
Ruimtebeslag:							
- Fysiek ruimtebeslag	-	-	-	-	-	-	-
- Finaal (te storten) afval	-	-	2,4	2,4	-	-	-

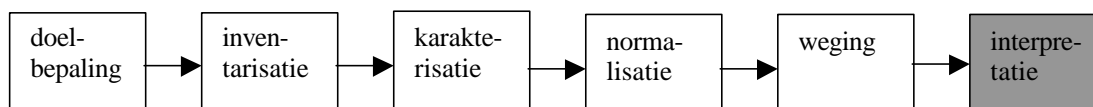
- \*) Weegvarianten:
1. alle effectgerichte milieuthema's wegen even zwaar
  2. alle effectgerichte LCA-thema's wegen even zwaar
  - 3a. aan overheidsdoelstellingen geaggregeerd tot milieuthema's
  - 3b. aan overheidsdoelstellingen op basis van individuele LCA-thema's
  4. uitsluitend aan het LCA-thema broeikas-effect
  - 5a. uitsluitend aan het milieuthema verspreiding geaggregeerd tot milieuthema's
  - 5b. uitsluitend aan het milieuthema verspreiding op basis van individuele LCA-thema's

Zoals bij de karakterisering is aangegeven wordt er binnen de LCA onderscheid gemaakt tussen effectgerichte en ingreepgerichte thema's. Voor de hier gepresenteerde weegvormen is het van belang dat bij een weging van zowel de effect- als ingreepgerichte LCA-thema's er dubbeltelling van effecten (bijvoorbeeld overlap tussen finaal afval en fysiek ruimtebeslag) zou kunnen optreden. Dit is met name relevant voor de weegvormen 1 en 2. Hierbij zijn de ingreepgerichte thema's dan ook niet voorzien van een weegfactor. Bij wegingen waarbij dit geen rol speelt, zijn ingreepgerichte LCA-thema's wel meegenomen. Zo is bij de DtT-weging (weegvorm 3) het ingreepgerichte thema finaal afval wel meegenomen omdat de effectgerichte thema's uitputting, aantasting en fysiek ruimtebeslag niet meegewogen konden worden (geen afleiding DtT-factor mogelijk in verband met de afwezigheid van een doel / target).

Bij de presentatie en bespreking van de resultaten is, naast de uitkomst van de weging, ook expliciet aandacht besteed aan de effecten van de diverse alternatieven op het gebied van

- waterverbruik (in liters per ton verwerkt afval);
- energieverbruik (in MJ ter ton verwerkt afval);
- fysiek ruimtebeslag (in m<sup>2</sup>\*jaar per ton verwerkt afval); en
- finaal te storten afval (in kg per ton verwerkt afval).

## 8. STAP 6; INTERPRETATIE



ISO/FDIS 14043 vraagt expliciet om een evaluatie van de resultaten op grond van een toets voor compleetheid, sensitiviteit en consistentie. Onder sensitiviteit wordt hierbij verstaan de gevoeligheid voor keuzen die gemaakt zijn in de inventarisatiefase (bijvoorbeeld allocatie) en de milieueffectbeoordeling. De Richtlijnen voor het MER vragen feitelijk iets vergelijkbaar namelijk om het uitvoeren van een consistency-check, een gevoeligheids- (of onzekerheids-) en een significantie-analyse.

### Consistency / compleetheid

Bij compleetheid is bekeken of alle relevante informatie beschikbaar is en zo nee, wat de mogelijke gevolgen hiervan zijn voor de uitkomsten van de studie. Belangrijk is bijvoorbeeld dat bij het vergelijken van technieken niet voor de ene techniek meer emissies in rekening worden gebracht dan bij een andere techniek alleen omdat voor de laatste minder gegevens beschikbaar zijn. Bij de uitwerking is in een aantal gevallen gekozen voor het aanvullen van ontbrekende informatie op basis van een "educated guess", bijvoorbeeld door voor het gedrag van het ene metaal aansluiting te zoeken bij het gedrag van een vergelijkbaar metaal (en op basis van het gehalte in de afvalstof zelf de emissies te bepalen). In andere gevallen zijn soms enkele emissies waarvan voor een specifieke techniek wel gegevens beschikbaar waren buiten beschouwing gelaten omdat bij de diverse daarmee te vergelijken technieken informatie op dit punt ontbrak. Dit laatste is niet gedaan wanneer duidelijk was dat het ontbreken van zo'n emissie geen omissie in de data betreft maar juist een specifiek kenmerk is voor die bepaalde techniek.

Bij consistency is vooral gekeken naar het hanteren van vergelijkbare aannamen en uitgangspunten, zeker binnen de te vergelijken technieken onderling maar veelal ook binnen het MER als geheel. Het hanteren van verschillende transportafstanden, ongelijke beladingsgraden, afwijkende rendementen, etc. mag nooit worden veroorzaakt doordat toevallig een andere bron of een specifieke situatie als gegevensbron heeft gediend. Verschillen dienen derhalve inherent te zijn aan de verschillende technieken en mogen niet worden veroorzaakt door een inconsistente beschrijving.

Overigens ligt de basis van een consistente aanpak vanzelfsprekend al bij de stappen 1 en 2 en niet zozeer aan het eind, maar expliciet is aan het eind altijd nog eens gekeken of de uitgangspunten de juiste zijn geweest. De standaard uitgevoerde zwaartepuntsanalyse, waarbij voor ieder van de technieken is nagegaan welke aspecten of emissies in belangrijke mate de milieubelasting van een techniek bepalen, is gebruikt om nog eens na te gaan in hoeverre bepaalde keuzen of aannamen relevant blijken voor de uitkomst van de vergelijking, en hoe zeker/onzeker gemaakte keuzes of gehanteerde verschillen tussen de diverse technieken zijn.

### Gevoeligheidsanalyses

Vooraf de opmerking dat onder dit kopje alleen wordt aangegeven welke gevoeligheidsanalyses allemaal zijn uitgevoerd. Onder de volgende kop (significantie-analyse) wordt aangegeven op welke wijze deze gevoeligheidsanalyses bij het trekken van conclusies zijn betrokken.

Daar waar keuzen of aannamen mogelijk van invloed zouden kunnen zijn op de uitkomst van de vergelijking zijn variaties doorgevoerd. Een aantal variaties hangt direct samen met de LCA-methode zelf en heeft betrekking op de gekozen tijdshorizon voor een aantal effecten (ofwel de termijn dat mogelijke effecten van een emissie kunnen doorwerken). In hoofdstuk 5 is reeds

ingegaan op dit aspect en is reeds aangegeven dat voor alle technieken en altijd ook de varianten zijn doorgerekend met:

- Versterking broeikas effect op 100 jaar (standaard is 500 jaar)
- Humane toxiciteit op 100 jaar (standaard is oneindig)
- Eco-toxiciteit aquatisch zoet op 100 jaar (standaard is oneindig)
- Eco-toxiciteit terrestrisch op 100 jaar (standaard is oneindig)

Zoals ook reeds aangegeven in hoofdstuk 5 is een vergelijkbare methodische keuze om bij vermesting en verzuring naar alle effecten te kijken (above en below) of uitsluitend effecten boven een bepaalde drempelwaarde mee te nemen (only above). Dit heeft er toe geleid dat voor iedere uitwerking ook is gekeken naar de volgende methodische gevoeligheidsanalyses

- Verzuring only above (95) (standaard is above en below)
- Vermesting terrestrische only above (95) (standaard is above en below)

Naast deze zes gevoeligheidsanalyses is per geval tevens een gevoeligheidsanalyse gedaan wanneer bij de uitwerking onzekerheden naar voren kwamen waarvan niet op voorhand kon worden uitgesloten dat deze de uitkomst van de vergelijking zouden kunnen beïnvloeden. In dergelijke gevallen is, naast de "normale" uitwerking gebaseerd op de data die het meest waarschijnlijk werden geacht, tevens een alternatieve uitwerking doorgerekend. Voor veel afvalstromen is in ieder geval ook een variatie op de afvalsamenstelling als gevoeligheidsanalyse meegenomen. Daarbij zijn de effecten van een andere samenstelling (vaak vuilere, maar het kan ook gaan om een andere stookwaarde o.i.d.) op milieu-effecten bepaald en is met die set van milieueffecten een aparte LCA-doorrekening uitgevoerd. Ook is regelmatig gevarieerd in bijvoorbeeld "wel of geen uitloging", "de wijze van energie toerekenen", "de manier van alloceren", etc.

Relevant zijn nog te volgende twee zaken:

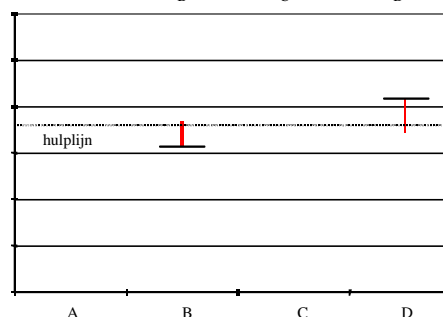
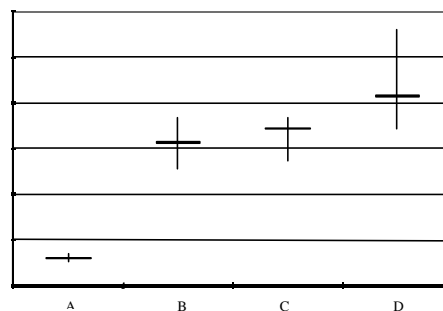
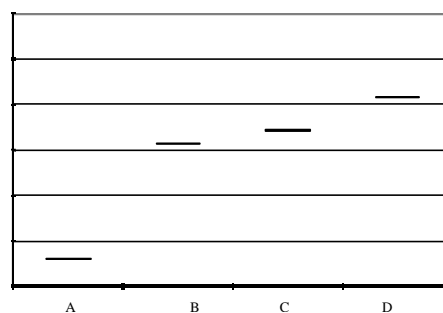
1. Er is zoveel mogelijk geprobeerd om de verschillende onzekerheden als op zichzelf staande variant op de normale uitwerking in beeld te brengen. Een variatie op de afvalsamenstelling is dus niet tegelijkertijd gevarieerd met een variatie van het rendement van de reiniging en/of het wel of niet toerekenen van uitloging. Een gevoeligheidsanalyse is immers bedoeld om, uitgaande van de normale beschrijving, een indruk te krijgen van de mate waarin een bepaalde aanname de vergelijking kan beïnvloeden. Wanneer hierbij allerlei onzekerheden wordt gecombineerd kan:
  - er hierdoor een extreme worst-case ontstaan, waarmee onzekerheid van een bepaalde milieuscore wordt overschat, of
  - kunnen de verschillende variaties elkaar (ten dele) opheffen, waardoor onzekerheid van een bepaalde milieuscore juist wordt onderschat, en zal in ieder geval
  - niet zondermeer duidelijk worden welke variatie nu eigenlijk verantwoordelijk is voor een gevonden verschil met de normale beschrijving.
2. Voor transport is de standaardaanpak geweest dat gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd wanneer uit de zwaartepuntsanalyse bleek dat de totaalscore in weegvorm 2 of weegvorm 3a voor meer dan 20% door transport werd bepaald. Wanneer dat het geval was, is als basisaanpak ook gekeken naar de situaties waarin voor alle opties alle transportafstanden met 50% werden verhoogd of 50% worden verlaagd. In specifieke gevallen is afgeweken van deze 50% en is met een kleinere variatie gerekend, bijvoorbeeld wanneer bekend is dat een afvalstof of een bedrijfsmiddel naar het buitenland gaat c.q. uit het buitenland moet komen en het duidelijk is dat er wel een variatie in kan zitten maar zeker geen variatie van 50%.

### Significantieanalyses

Via de significantieanalyses is inzicht verkregen in de vraag of het gevonden verschil tussen de verwerkingsvarianten voor een afvalstroom significant is en dus of er daadwerkelijk gesproken mag worden van een verschillende milieuprestatie.

Voor het uitvoeren van de significantieanalyse zijn, conform aanpak van de significantieanalyse uit het MER-TJPA-95, de volgende vier stappen doorlopen:

1. Op basis van de "normale" beschrijving en de bijbehorende milieu-ingrepen worden per techniek de LCA-scores bepaald (dus de scores op broeikasemissie, verzuring, vermist, etc) en vervolgens via de verschillende weegmethoden gewogen. Dit dus leidt voor iedere techniek tot 7 gewogen scores namelijk voor ieder van de 7 weegvormen van tabel 7.1 een totaalscore.
2. Voor iedere gevoeligheidsanalyse worden de effecten van mogelijke variaties vertaald naar een alternatieve set milieu-ingrepen en dat leidt naar een nieuwe set LCA-scores (dus een nieuwe score op broeikasemissie, verzuring, vermist, etc) en 7 nieuwe gewogen scores (één voor iedere weegvorm).
3. Per weegvorm wordt per techniek de bandbreedte bepaald door de hoogste en de laagste score van die techniek. Voor iedere techniek ontstaan nu 7 scores (één voor iedere weegvorm) met een bijbehorende bandbreedte.
4. Per weegvorm worden voor iedere set van te vergelijken technieken gezien of deze bandbreedtes overlappen, ofwel of de "slechtere" techniek met zijn de meeste gunstigste score ligt boven de slechtste score van de "betere" techniek.



Op het moment dat beide technieken in stap 4 inderdaad overlappen wordt het verschil tussen de beide technieken als "niet-significant" aangemerkt.

Een belangrijke kanttekening bij de hier beschreven systematiek is dat niet alle variaties onafhankelijk van elkaar kunnen worden vergeleken. Wanneer bij een techniek het thema terrestrische ecotoxiciteit bepalend is voor de totale score kan het zijn dat de gevoeligheidsanalyse "terrestrische ecotoxiciteit op 100 jaar" de grootste spreiding naar beneden geeft. Wanneer voor de ene verwerkingstechniek wordt uitgegaan van deze 100 jaar-termijn dient dat voor de andere verwerkingstechniek ook te gebeuren. Bij het uitvoeren van de significantieanalyse is in dergelijke situaties voor de tweede verwerkingstechniek de maximale spreiding omhoog bepaald vanuit het niveau horende bij ecotoxiciteit 100 jaar.

Een koppeling van gevoeligheidsanalyses zoals dit kan ook gelden voor niet-methodische gevoeligheidsanalyses, zoals bijvoorbeeld de gevoeligheidsanalyse waarbij een het effect van een andere afvalsamenstelling wordt doorgerekend. In situaties waarbij variaties onafhankelijk van elkaar kunnen optreden (bij techniek A wordt de spreiding naar boven bepaald door een gevoeligheidsanalyse als "toch storten van reststoffen" of "toch optreden van uitloging" en bij techniek B wordt de spreiding naar beneden bepaald door een gevoeligheidsanalyse als "meer energierugwinning" of "beter reinigingsrendement") dan kan in het algemeen wel rechtstreeks worden gezien of de bandbreedtes overlap hebben (niet significant verschillend) of geen overlap hebben (wel significant verschillend).

Een tweede kanttekening is dat de bandbreedte die door middel van gevoeligheidsanalyses wordt gevonden direct afhangt van de grootte van de variatie die er in de inventarisatiefase in is gestopt. Wanneer een onzekerheid in de data heeft geleid tot een variatie van een parameter van plus of min 20%, dan leidt dat in deze fase tot een bredere spreiding dan wanneer de variatie op maximaal plus of min 10% zou zijn ingeschat. Het meenemen van een te ruime variatie leidt dan uiteindelijk te snel tot een conclusie dat technieken niet significant verschillen.

Allereerst is het van belang te realiseren dat de gekozen waarde voor de basis-uitwerking in het algemeen die is die het meest waarschijnlijk wordt geacht. De gekozen waarden zijn in de achtergronddocument A3 t/m A28 in het algemeen ook expliciet gemotiveerd. De basisuitwerking is dus geen worst-case o.i.d. maar een zo goed mogelijke inschatting van de werkelijkheid. Daarnaast is het van belang te realiseren dat bij variaties in het kader van gevoeligheidsanalyses in het algemeen is gekozen voor ruime variaties. Zo is:

- voor transport gevarieerd met plus of min 50%;
- voor uitloging soms gekozen voor variatie tussen "geen uitloging" en "uitloging op basis van maximale beschikbaarheid";
- het gehalte van relevante parameters soms wel met een factor 10 gevarieerd;
- voor toerekening van energie bij de verwerking van laagcalorische stromen gevarieerd tussen "geheel geen toerekening" en "volledige toerekening op basis van calorische waarde en rendement van de installatie";

Met deze keuze voor relatief grote variaties worden technieken naar verwachting eerder ten onrechte als niet significant verschillend aangemerkt (terwijl zij dat wel zijn) dan dat zij ten onrechte als significant verschillend worden aangemerkt (terwijl dat niet zo is).

## BIJLAGE 1; ALLOCATIE

Het toekennen van een deel van de milieu-effecten aan de verwerking van een ton afval wanneer bij een proces ook allerlei andere afvalstromen worden verwerkt of wanneer naast afvalverwerking nog allerlei andere "diensten" worden geleverd wordt allocatie genoemd. Voor deze allocatie zijn meerdere methoden mogelijk, en deze bijlage geeft kort inzicht in de meest gangbare methoden van allocatie.

Uitgangspunt is dat elke allocatiemethode altijd moet voldoen aan de 100% regeling. Hiermee wordt bedoeld dat moet worden voorkomen dat door allocatie niet de totale milieubelasting van een proces wordt toegerekend. Als bijvoorbeeld milieubelasting van een proces aan twee systemen wordt toegerekend en aan het ene systeem wordt 20% toegerekend dan moet er dus 80% aan het andere systeem worden toegerekend.

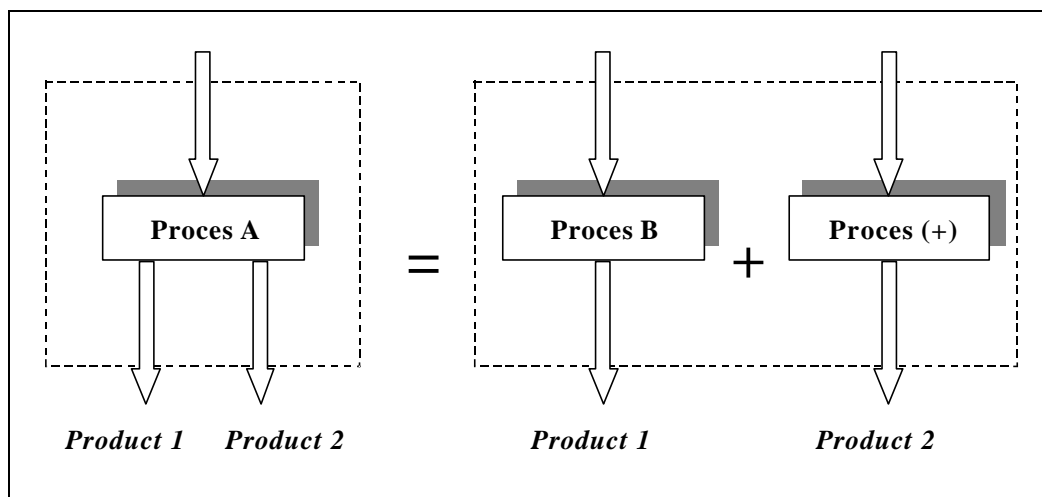
Veel gebruikte methoden om milieu-effecten aan een systeem te alloceren zijn de volgende:

1. *Het uitbreiden van het systeem of het corrigeren voor vermeden productie*

Bij het combineren van afvalverwerking met andere functies (productie van goederen of energie) wordt de systeemgrens overeenkomstig ISO 14041 dusdanig uitgebreid dat ook die functies binnen de systeemgrens vallen (figuur b1-1) waardoor geen allocatie meer nodig is. Een variant op uitbreiding van het systeem is het aftrekken van vermeden productie (figuur b1-2).

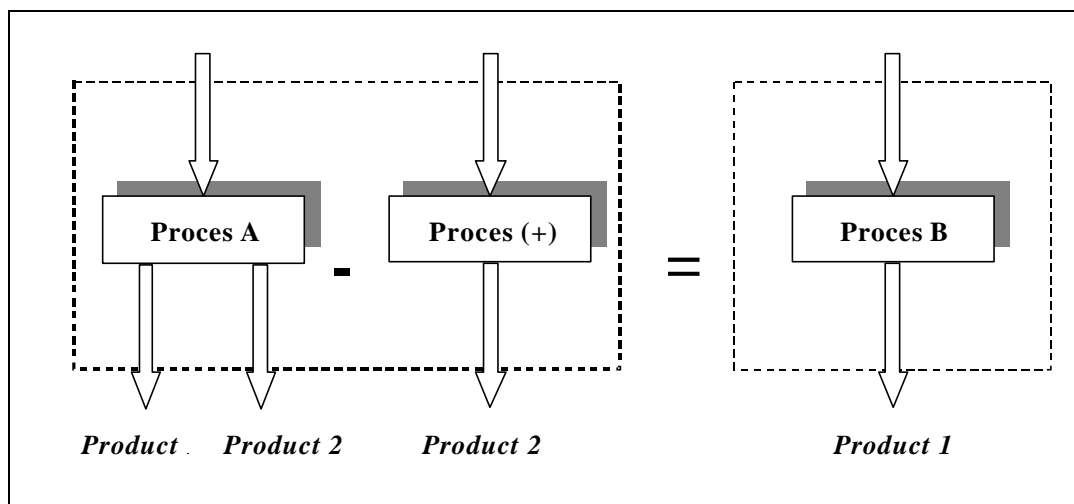
Binnen het hele MER is consequent de vermeden productie afgetrokken.

Vermeden productie impliceert dat van Proces (+) ook effecten van de vermeden winning (mijnbouw) en van transport van vermeden grondstoffen en energiedragers moeten worden beschouwd.



Figuur b1-1: Voorbeeld van systeemvergroting om vergelijking mogelijk te maken





**Figuur b1-2: Voorbeeld van vermeden productie**

*2. Allocatie op basis van fysische relatie*

In het geval duidelijk is dat bepaalde emissies, vanwege samenstelling van de afvalstof, grotendeels of volledig aan het meeverwerken van een bepaalde afvalstoffen moeten worden toegerekend (componentgebonden emissies), dan kan gekozen worden voor toerekening op basis van fysische relatie. Voor de procesgerelateerde emissies wordt dan gealloceerd volgens allocatiemethode 3.

*3. Allocatie op basis van andere relaties*

Indien de fysische relatie niet kan worden vastgesteld of gebruikt als basis voor allocatie moet worden gealloceerd op basis van een andere relatie, bijvoorbeeld op basis van economische waarde, calorische waarde of aandeel in de voeding van het proces uitgedrukt in massaprocenten.

## **BIJLAGE 2; AFLEIDING WEEGFACTOREN**

In deze bijlage worden de diverse weegvormen die in MER-LAP zijn gehanteerd nader toegelicht en worden de weegfactoren uit tabel 7.1 afgeleid. Opgemerkt wordt dat de te hanteren weegvormen primair volgen uit de Richtlijnen voor het MER.

### **b2.1 Weegvorm 1: alle milieuthema's wegen even zwaar**

Bij het wegen van milieuthema's is in gevallen waarin een milieuthema is opgebouwd uit meerdere LCA-thema's (of delen daarvan), bij de vertaling van de scores op LCA-thema's naar milieuthema's gewerkt met intereffectscores, zodanig dat elk LCA-thema evenveel bijdraagt aan het betreffende milieuthema. Dit speelt bij de milieuthema's klimaatverandering, vermisting, verspreiding en aantasting (zie tabel 5.1). Het LCA-thema ecotoxiciteit valt bovendien uiteen in de onderdelen terrestrische (TET) en zoetwater (FAET) ecotoxiciteit. Evenzo valt het LCA-thema fysieke aantasting ecosystemen uiteen in de onderdelen biodiversiteit en life-support. Deze onderdelen dragen ieder even sterk bij aan respectievelijk de LCA-thema's ecotoxiciteit een fysieke aantasting ecosystemen. Concreet betekent dit de volgende intereffectfactoren:

- klimaatverandering; 0,5 (versterking broeikas effect) en 0,5 (aantasting ozonlaag)
- vermisting; 0,5 (aquatische eutrofiëring) en 0,5 (terrestrische eutrofiëring)
- verspreiding; 0,33 (humane toxiciteit en fotochemische oxidantvorming) en 0,17 (TET en FAET)
- aantasting; 0,5 (biodiversiteit) en 0,5 (life-support)

### **b2.2 Weegvorm 2: alle LCA-thema's wegen even zwaar**

Bij deze weegmethode is geen vertaling gemaakt van LCA-thema's naar milieuthema's om te voorkomen dat hierdoor een significant LCA-thema door uitmiddeling binnen een milieuthema buiten beeld zou kunnen blijven. Bij het LCA-thema ecotoxiciteit zijn aquatische ecotoxiciteit (FAET) en terrestrische ecotoxiciteit (TET) bovendien ieder afzonderlijk in beeld gebracht (als ware het zelfstandige LCA-thema's). Hetzelfde geldt voor biodiversiteit en life-support bij het LCA-thema fysieke aantasting ecosystemen.

### **b2.3 Weegvorm 3: weging aan de overheidsdoelstellingen ("distance-to-target"(DtT))**

De weegfactoren voor de weging volgens de "distance-to-target"-methodiek zoals die ten behoeve van het MJP-GA II zijn afgeleid zijn voor het LAP-MER geactualiseerd. Hierbij geldt het volgende:

- Voor de targets zijn de doelstellingen voor het jaar als 2010 richtinggevend genomen. Voor zover deze uit het NMP3 kunnen worden afgeleid hebben deze de voorkeur. Voor zover niet mogelijk is gemotiveerd een andere bron gehanteerd.
- Voor de huidige milieubelasting is uitgegaan van de belasting van Nederland en is, indien mogelijk, aangesloten bij de gegevens die worden gebruikt bij de normalisatiestap van de LCA. Het gekozen basisjaar is 1997.
- De milieuthema's Verspilling en Aantasting blijven, bij gebrek aan mogelijkheden om goede DtT-factoren af te leiden, buiten beschouwing. Het LCA-thema "finaal afval" is hierbij, net als ten tijde van het MER voor het MJP-GA II, meegenomen in plaats van het milieuthema aantasting.
- "Distance-to-target" is op twee manieren uitgewerkt:

- a. volgens de methode van het wegen van milieuthema's (paragraaf b2.1), dus met het gebruik van intereffectfactoren
- b. zodanig dat elk LCA-thema apart in beeld wordt gebracht (intereffectfactoren allemaal 1) waarbij ook terrestrische ecotoxiciteit (TET) en aquatische ecotoxiciteit (FAET) apart zijn beschouwd.

Voor de "distance-to-target (DtT)"-methodiek zijn voor het MER-LAP wegingsfactoren geactualiseerd. In analogie met de afleiding van de normalisatiefactoren is als basisniveau het jaar 1997 gehanteerd. Voor die thema's waarvoor een DtT-weging is uitgevoerd is onderstaand per milieuthema een toelichting gegeven.

#### Versterking broeikaseffect

In het NMP3 is de reductiedoelstelling aangegeven uitgaande van de resultaten van de Derde Conferentie der Partijen in Kyoto in december 1997. De EU verplicht zich om de emissie van broeikasgassen te reduceren in de periode 2008 en 2012 zodanig dat in deze periode de gezamenlijke emissies gemiddeld ten minste 8% onder het 1990 niveau uitkomen. De broeikasgassen die onderdeel uitmaken van deze verplichting zijn: kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas of distikstofoxide (N<sub>2</sub>O) en fluorverbindingen zoals HFK, PFK en SF<sub>6</sub> (CFK-<sup>7</sup>vervangers).

Voor de afleiding van de DtT-factor voor broeikaseffect zijn de volgende gegevens gebruikt. De emissie van CO<sub>2</sub>-equivalenten in 1990 wordt geschat op 222 miljard kg en is opgebouwd uit CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en fluorhoudende stoffen (RIVM 2000a, tabel A5). In het Milieucompendium 1999 van het RIVM is aangegeven dat de groei in CO<sub>2</sub>-equivalenten van 1990 naar 1997 ongeveer 8% bedraagt (RIVM 1999a, pg. 83). De geschatte emissie in 1997 is dan 240 miljard kg CO<sub>2</sub>-eq. (=222 miljard + 8%). Als doelstelling voor 2010 wordt gehanteerd een emissie van 206 miljard CO<sub>2</sub>-equivalenten (RIVM 2000a, pg. 117). De waarde uit deze bron is aangehouden omdat in NMP3 geen concreet emissieplafond voor 2010 is genoemd. De DtT-factor wordt nu 240 miljard / 206 miljard = 1,17.

In plaats van een afleiding met concrete getallen, kan ook gewerkt worden met relatieve verschuivingen. Uitgangspunten zijn dat de emissie in 1997 8% hoger is dan in het basisjaar 1990 en dat de algemene Kyoto-doelstelling voor 2010 een reductie van 8% ten opzichte van 1990 is. Uitgaande van deze percentages volgt een DtT-factor voor broeikaseffect van  $(1+8\%) / (1-8\%) = 1,08 / 0,92 = 1,17$ .

Overigens valt op dat de geschatte emissie in 1997 afwijkt van de berekende normalisatiewaarde voor 1997. Deze laatste bedraagt 251 miljard CO<sub>2</sub>-equivalenten, uitgaande van een periode van 100 jaar zoals RIVM ook doet. De normalisatiewaarde getal is echter gebaseerd op een groter aantal stoffen zodat de hogere waarde t.o.v. de geschatte 240 miljard CO<sub>2</sub>-eq. hiermee grotendeels verklaard kan worden.

Bij het wegen van milieuthema's wordt in die gevallen waarin een milieuthema is opgebouwd uit meerdere LCA-thema's gewerkt met intereffectscores. Op deze wijze draagt elk LCA-thema evenveel bij aan een milieuthema. Binnen het milieuthema klimaatverandering spelen 2 LCA-thema's een rol: versterking broeikaseffect en aantasting ozonlaag. Bij de DtT-weging van milieuthema's bedraagt de factor derhalve  $1,17 / 2 = 0,59$ .

---

<sup>7</sup> Heel exact gesproken geldt voor de andere gassen dan CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, en N<sub>2</sub>O een reductie van 8% t.o.v. 1995 i.p.v. 1990 (RIVM 1998a, pg 96).

### Aantasting ozonlaag

De beleidsdoelstelling om de productie van CFK's, halonen, 1,1,1-trichloorethaan en tetrachlooretheen te beëindigen is in 1995 gerealiseerd. Daarmee is de emissie van deze stoffen die de ozon aantasten ook gedaald. De emissies van HCFK's en HFK's (CFK-ervangers) stijgen echter. Deze stoffen tasten echter de ozonlaag naar verhouding geringer aan.

Reductiedoelstellingen voor deze stoffen blijken niet gericht te zijn op emissiereductie, maar op reductie van productie dan wel verbruik. In de concept Europese verordening betreffende de ozonafbrekende stoffen (Voorstel voor een Verordening van het Europees Parlement en de Raad betreffende de ozonafbrekende stoffen (overeenkomstig artikel 251, lid 2), EU 2000 (concept)) wordt uitgegaan van een afname van verkoop / productie van 65% in de periode 1997 naar 2010 (artikel 3 van de richtlijn). Voor verbruik wordt uitgegaan van een afname van gemiddeld 75% in 2010 ten opzichte van het verbruik van 2001 (artikel 4 van de richtlijn). Hierbij wordt het niveau van 2001 gelijkgesteld aan 102% van het niveau van 1989.

In opdracht van het Ministerie van VROM inventariseert KPMG sinds begin '90 het verbruik aan onder andere ozonaantastende stoffen (KPMG 2000). Voor het jaar 1989 wordt een indicatieve verbruikswaarde van HCFK's (de bulk van de ozonaantastende stoffen) van 2445 ton per jaar gegeven. Dit leidt voor het jaar 2001 tot een verbruik van 2494 ton per jaar. Uitgaande van dit verbruikscijfer voor 2001 van ongeveer  $2,5 \cdot 10^3$  ton per jaar kan op basis van bovengenoemde EU-richtlijn een doelstelling voor 2010 worden afgeleid van  $0,62 \cdot 10^3$  ton ozonlaag aantastende stoffen.

Het verbruik in 1997 bedroeg ongeveer  $3,7 \cdot 10^3$  ton ozonlaag aantastende stoffen. Op basis van bovenstaande volgt een DtT-factor voor aantasting ozonlaag van  $3,7 \cdot 10^6 / 0,62 \cdot 10^6 = 6,0$ .

Bij het wegen van milieuthema's wordt in die gevallen waarin een milieuthema is opgebouwd uit meerdere LCA-thema's gewerkt met intereffectscores. Op deze wijze draagt elk LCA-thema evenveel bij aan een milieuthema. Binnen het milieuthema klimaatverandering spelen 2 LCA-thema's een rol: versterking broeikaseffect en aantasting ozonlaag. Bij de DtT-weging van milieuthema's bedraagt de factor derhalve  $6,0 / 2 = 3,0$ .

### Verzuring

Het verzuringsbeleid is met name gericht op zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en ammoniak (NH<sub>3</sub>). De afleiding voor de factor voor het totale thema verzuring wordt primair op deze drie componenten gebaseerd. De emissie in kton in 1997 bedroeg 124,4 (SO<sub>2</sub>), 454,3 (NO<sub>x</sub>) en 151,1 (NH<sub>3</sub>) (Milieubalans 1998, tabel B1.3), en met een omrekeningsfactor naar SO<sub>2</sub>-equivalenten voor SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> van 1,2 respectievelijk 0,5 en 1,6 levert dat een emissie van  $617 \cdot 10^6$  kg SO<sub>2</sub>-eq. Ter illustratie wordt opgemerkt dat de score voor het totale thema verzuring, dus inclusief VOS, stof en andere verzurende componenten (volgens methode "above & below") in 1997  $669 \cdot 10^6$  kg SO<sub>2</sub>-eq. bedroeg. Volgens het NMP3 zijn de emissiedoelen voor 2010 56 (SO<sub>2</sub>), 120 (NO<sub>x</sub>) en 54 (NH<sub>3</sub>) kton. Dit betekent omgerekend een doelstelling van 214 miljoen kg SO<sub>2</sub>-eq. De DtT-factor =  $617/214 = 2,9$ .

Hierbij wordt opgemerkt dat o.b.v. het Gothenburg Protocol voor ammoniak een nationaal plafond is afgesproken van 128 kton in 2010. Bij de afleiding van deze weegfactor is er echter vanuit gegaan dat deze afspraak niet betekent dat de nationale doelstellingen van 54 kton uit NMP3 hiermee is komen te vervallen. Indien de doelstelling voor NH<sub>3</sub> wel aangepast zou worden aan deze afspraak, zou de DtT-factor voor het totale thema verzuring  $617/333 = 1,9$  zijn geworden.

Voor zowel de doelstelling als de uitstoot in 1997 geldt dat de verzurende effecten van vluchtige organische stoffen (VOS) en fijn stof niet zijn meegenomen.

#### Eutrofiëring (terrestrisch en aquatisch)

Eutrofiëring betekent een overmaat aan fosfaat en stikstof in bodem en water. Dit leidt tot ontregeling van terrestrische en aquatische ecosystemen. In de LCA's voor het MER-LAP wordt onderscheid gemaakt tussen terrestrische en aquatische eutrofiëring.

Voor de berekening van de DtT-factor voor aquatische eutrofiëring wordt rekening gehouden met de doelstellingen in 2010 voor fosfaat en stikstof van respectievelijk 29 kton en 183 kton (p.48, NMP3). Relevant zijn verder de doelstellingen in 2010 voor luchtmissies van stikstofoxiden en ammoniak (resp. 120 kton en 54 kton). Door depositie dragen deze stoffen eveneens bij aan eutrofiëring.

Voor de berekening van de gesommeerde doelstelling in fosfaat-equivalenten wordt gebruik gemaakt van karakterisatie voor fosfaat (1) en stikstof (0,42) naar bodem en water, stikstofoxiden naar de lucht (0,13) en ammoniak (0,35). Op basis van deze uitgangspunten is voor 2010 een doelstelling herleid van  $1,40 \cdot 10^8$  kg PO<sub>4</sub>-eq. De (normalisatie)score aan eutrofiërende stoffen bedroeg in 1997  $5,02 \cdot 10^8$  kg PO<sub>4</sub>-eq.

Op basis van bovenstaande volgt een DtT-factor voor aquatische eutrofiëring van  $5,02 \cdot 10^8 / 1,40 \cdot 10^8 = 3,59$ .

Voor terrestrische vermisting is een doelstelling voor 2010 aangenomen op grond van de emissiedoelstellingen voor NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. Deze twee stoffen zijn de enige die bijdragen aan terrestrische vermisting (karakterisatiefactoren resp. 1 en 3,6). De doelstelling voor 2010 wordt dan  $3,14 \cdot 10^8$  kg NO<sub>x</sub>-eq. De DtT-factor wordt  $1,13 \cdot 10^9 / 3,14 \cdot 10^8 = 3,6$ .

Bij het wegen van milieuthema's wordt in die gevallen waarin een milieuthema is opgebouwd uit meerdere LCA-thema's gewerkt met intereffectscores. Op deze wijze draagt elk LCA-thema evenveel bij aan een milieuthema. Binnen het milieuthema eutrofiëring spelen 2 LCA-thema's een rol: terrestrische en aquatische eutrofiëring. Bij de DtT-weging van milieuthema's bedraagt de individuele factor derhalve  $3,6 / 2 = 1,8$  voor terrestrische vermisting en  $3,59 / 2 = 1,8$  voor aquatische vermisting.

#### Toxiciteit (humaan, eco terrestrische en eco aquatische) en Fotochemische oxidantvorming

In het NMP3 wordt binnen het milieuthema 'verspreiding' geen onderscheid gemaakt tussen humane toxiciteit en eco-toxiciteit, laat staan een nadere uitwerking in terrestrische eco-toxiciteit en aquatische eco-toxiciteit (zoet). In het NMP3 wordt wel onderscheid gemaakt tussen milieukwaliteitsnormstelling, prioritaire stoffen, bestrijdingsmiddelen en kernenergie.

In analogie met het MER MJP GA II wordt in deze studie één indicator bepaald voor verspreiding en dat toegepast voor de drie soorten toxiciteit en fotochemische oxidantvormers.

In de publicatiereeks Emissieregistratie zijn emissies in Nederland vertaald naar emissies per thema. Binnen het milieuthema verspreiding werd aandacht besteed aan de emissie van (landbouw) bestrijdingsmiddelen, prioritaire- en radioactieve stoffen. Deze getallen zijn tot en met 1994 gepresenteerd. Voor 1995 is een raming gemaakt. Daarna zijn in het kader van de emissieregistratie alleen waarden voor prioritaire stoffen gepresenteerd. De waarden voor de periode 1990 – 1995 zijn vergeleken. Het blijkt dat de totale score voor verspreiding begin jaren '90 rond de  $23 \cdot 10^{18}$  kg lag en in 1995 rond de  $20 \cdot 10^{18}$  kg (HIMH 1996). Voor de prioritaire stoffen is vervolgens nog een

afname in de periode 1995 – 1997 gemeten van ongeveer 10%. Zou dit gelden voor de totale score van verspreiding leidt dit tot een score voor verspreiding in 1997 van ongeveer  $18 \cdot 10^{18}$  kg. In voorliggende studie is uitgegaan van een gemiddelde score voor verspreiding van  $20 \cdot 10^{18}$  kg.

Voor stoffen vallend onder de milieukwaliteitsnormstelling (project Integrale Normstelling Stoffen (INS)) wordt in het NMP3 gesteld dat op lange termijn, zo mogelijk voor 2010, de streefwaarden als gevolg van emissies niet meer mogen worden overschreden. Het reductiepercentage is afhankelijk van het huidige concentratieniveau en de hoogte van de streefwaarden. In deze studie wordt voor deze stoffen een gemiddeld reductiepercentage gehanteerd van 80%. Voor prioritaire stoffen en bestrijdingmiddelen zal nader overleg gaan plaatsvinden over de doelen voor 2010 en blijven de doelen van 2000 ( $\pm 40\%$ ; TNO 1996) vooralsnog van kracht. Uitgaande van bovenstaande wordt in deze studie uitgegaan van een gemiddeld reductiepercentage van 60% ten opzichte van 1990 te weten  $24 \cdot 10^{18}$  kg (TNO 1996). Dit leidt tot een doelstelling voor 2010 van  $9,6 \cdot 10^{18}$  kg.

Op basis van bovenstaande volgt een DtT-factor voor toxiciteit en fotochemische oxidantvorming van  $20 \cdot 10^{18} / 9,6 \cdot 10^{18} = 2$ .

Bij het wegen van milieuthema's wordt in die gevallen waarin een milieuthema is opgebouwd uit meerdere LCA-thema's gewerkt met intereffectscores. Op deze wijze draagt elk thema milieuthema evenveel bij. Binnen het milieuthema eutrofiëring spelen 3 LCA-thema's een rol: humane toxiciteit, ecotoxiciteit en fotochemische oxidantvorming. Bij de DtT-weging van milieuthema's bedraagt de individuele factor derhalve  $2 / 3 = 0,66$ . Omdat het LCA-thema ecotoxiciteit vervolgens nader is onderverdeeld in terrestrische en aquatische ecotoxiciteit geldt voor deze LCA-thema's bij de DtT-weging van milieuthema's de individuele factor van  $0,66 / 2 = 0,34$ .

#### Finaal (te storten) afval

In analogie met de afleiding van de normalisatiefactoren wordt voor het bepalen van de wegingsfactor voor finaal afval uitgegaan van het jaar 1997. In 1997 bedroeg de hoeveelheid gestort afval ongeveer  $7,30 \cdot 10^9$  kg. Deze hoeveelheid is inclusief het storten van grond. In het NMP3 is als doelstelling voor het jaar 2010 het storten van 2 Mton gegeven. Het doel inclusief te storten grond bedraagt  $3,06 \cdot 10^9$  kg. Dit is een reductiedoelstelling van ruim 55%.

Op basis van bovenstaande volgt een DtT-factor voor finaal (te storten) afval van  $7,30 \cdot 10^9 / 3,06 \cdot 10^9 = 2,4$ .

Totaaloverzicht DtT-weegfactoren

In onderstaande tabel (tabel b2.1) is hetgeen in de hiervoor is afgeleid voor weegvorm 3 nog eens samengevat

**Tabel b2.1.: Overzicht DtT-weegfactoren**

Milieu-thema - LCA-thema	Niveau basisjaar	Doel 2010	DtT-factor
<i>Effectgericht</i>			
Klimaatverandering:			
- Versterking broeikas-effect	2,22*10 <sup>11</sup>	2,06*10 <sup>11</sup>	1,17
- Aantasting ozonlaag	3,7*10 <sup>6</sup>	0,62*10 <sup>6</sup>	6,0
Verzuring:			
- Verzuring	6,69*10 <sup>8</sup>	2,14*10 <sup>8</sup>	2,9
Vermesting:			
- Eutrofiëring terrestrisch	1,13*10 <sup>9</sup>	3,14*10 <sup>8</sup>	3,6
- Eutrofiëring aquatisch	5,06*10 <sup>8</sup>	1,99*10 <sup>8</sup>	3,59
Verspreiding:	20*10 <sup>18</sup>	9,6*10 <sup>18</sup>	
- Humane toxiciteit	-	-	2,0
- Aquatische ecotoxiciteit (zoet)	-	-	2,0
- Terrestrische ecotoxiciteit	-	-	2,0
- Fotochemische oxidantvorming	-	-	2,0
<i>Ingreepergericht</i>			
Ruimtebeslag:			
- Finaal (te storten) afval	7,30*10 <sup>9</sup>	3,06*10 <sup>9</sup>	2,4

**b3.4 Weegvorm 4; weging alleen aan het LCA-thema broeikas-effect**

De achtergrond van deze weegvorm is het politieke gewicht van energieverbruik en het, daarmee sterk samenhangende, broeikas-effect. Het is niet de bedoeling om de andere thema's op voorhand weg te laten, maar om het belang van dit thema te benadrukken dient in de bespreking van de LCA-resultaten en ieder geval altijd ook nadrukkelijk op de score op dit thema te worden ingegaan. Om die reden is in de Richtlijnen voor het MER dan ook expliciet op deze weegvorm gewezen.

Bij deze weegvorm is de weegfactor voor broeikas-effect uiteraard gesteld op 1. De weegfactoren voor de andere thema's zijn alle 0.

**b2.5 Weegvorm 5: weging alleen aan het milieu-thema verspreiding**

Hier worden de te beschouwen verwerkingsvarianten zowel vergeleken op het geaggregeerde niveau van het milieu-thema verspreiding zelf, dus met intereffectfactoren 0,33 (humane toxiciteit en fotochemische oxidantvorming) en 0,17 (TET en FAET), als op het niveau van deze vier onderdelen afzonderlijk.

## b2.6 Overzicht van alle weegfactoren

In onderstaande tabel (tabel b2.2) is voor de verschillende weegvarianten aangegeven in welke weegvorm ze in welke omvang mee tellen. Voor de afleiding van deze factoren wordt verwezen naar de voorgaande paragrafen.

**Tabel b2.2; Overzicht wegingfactoren diverse weegvarianten**

Milieuthema - LCA-thema	Weegfactor per weegvariant *)						
	1	2	3a	3b	4	5a	5b
<i>Effectgericht</i>							
Klimaatverandering:							
- Versterking broeikas-effect	0,5	1	0,59	1,17	1	-	-
- Aantasting ozonlaag	0,5	1	3,0	6,0	-	-	-
Verzuring:							
- Verzuring	1	1	2,9	2,9	-	-	-
Vermesting:							
- Eutrofiëring terrestrisch	0,5	1	1,8	3,6	-	-	-
- Eutrofiëring aquatisch	0,5	1	1,8	3,59	-	-	-
Verspreiding:							
- Humane toxiciteit	0,33	1	0,66	2	-	0,33	1
- Aquatische ecotoxiciteit (zoet)	0,17	1	0,34	2	-	0,17	1
- Terrestrische ecotoxiciteit	0,17	1	0,34	2	-	0,17	1
- Fotochemische oxidantvorming	0,33	1	0,66	2	-	0,33	1
Verspilling							
- uitputting abiotisch	1	1	-	-	-	-	-
Aantasting							
- biodiversiteit	0,5	1	-	-	-	-	-
- life support	0,5	1	-	-	-	-	-
<i>Ingreepgericht</i>							
- Waterverbruik	-	-	-	-	-	-	-
- Energieverbruik	-	-	-	-	-	-	-
Ruimtebeslag:							
- Fysiek ruimtebeslag	-	-	-	-	-	-	-
- Finaal (te storten) afval	-	-	2,4	2,4	-	-	-

- \*) Weegvarianten:
1. alle effectgerichte milieuthema's wegen even zwaar
  2. alle effectgerichte LCA-thema's wegen even zwaar
  - 3a. aan overheidsdoelstellingen geaggregeerd tot milieuthema's
  - 3b. aan overheidsdoelstellingen op basis van individuele LCA-thema's
  4. uitsluitend aan het LCA-thema broeikas-effect
  - 5a. uitsluitend aan het milieuthema verspreiding geaggregeerd tot milieuthema's
  - 5b. uitsluitend aan het milieuthema verspreiding op basis van individuele LCA-thema's



## **BIJLAGE 3; ACHTERGRONDPROCESSEN EN GEKOZEN STOFFEN EN PRODUCTEN**

### **b3.1 Algemeen**

In de inventarisatiefase is veel aandacht besteedt aan ingrepen die rechtstreeks samenhangen met het onderhavige (afvalverwerkings)proces. Dit leidt tot de inventarisatie van allerlei emissies naar lucht, water en bodem die met de verwerking van een afvalstroom samenhangen en derhalve in rekening gebracht moeten worden. Op een subniveau echter zijn zeer veel ingrepen gelieerd aan (regelmatig terugkerende) achtergrondprocessen. Er kan hier gedacht worden aan achtergrondprocessen voor:

- in te zetten bedrijfsmiddelen;  
hier hangt vaak een heel productieproces met allerlei milieueffecten mee samen, van winning en transport van benodigde grondstoffen tot en met de productie;
- benodigde energie;  
zo brengt iedere te gebruiken kWh een reeks aan emissies met zich mee die samenhangen met het hele proces van winning en transport van fossiele brandstoffen tot en met het omzetten daarvan in de benodigde elektriciteit;
- vermeden primaire bouwstoffen;  
gedacht kan worden aan alle milieueffecten die niet noodzakelijk zijn wanneer - door nuttige toepassing van afvalstoffen of reststoffen - de winning en transport van zaken als zand of grind achterwege kunnen blijven;
- transport;  
met iedere toe te rekenen transportkilometer hangen een hele reeks aan emissies samen, variërend van directe emissies die ontstaan door het gebruik van het transportmiddel zelf tot en met emissies die horen bij de productie van het transportmiddel of met de productie van de benodigde brandstoffen

Door een juiste keuze van een achtergrondproces is zo snel het hele scala aan bijbehorende emissies en andere milieueffecten die horen bij een bepaald energieverbruik of een bepaalde hoeveelheid transport in rekening te brengen.

Omdat sommige achtergrondprocessen (met name elektriciteitsopwekking en transport) in LCA-studies zeer vaak voorkomen en er behoefte bestond aan een set met uniforme processen, hebben het Ministerie van VROM en de projectgroep Duurzaam bouwen in 1999 een initiatief ondernomen om een generieke database voor achtergrondprocessen te ontwikkelen. Deze database is opgesteld onder leiding van TNO-MEP in samenwerking met andere leden van de VLCA (Vereniging voor LCA's in de Bouw), te weten CREM, DHV-AIB, Intron, IVAM Environmental Research, PRC/Bouwcentrum en TAUW Milieu (Eggels, 2000). Deze achtergrondgegevens worden verder aangeduid als de 'VLCA-database'.

De basis voor de procesgegevens bestond uit een omvangrijke Zwitserse studie die veel bruikbare informatie verschaftte (Frischknecht, 1996). Daar waar nodig zijn deze gegevens aangepast voor de specifieke Nederlandse situatie. In het kader van deze studie is slechts één aanpassing in de VLCA-database gepleegd en dat betreft de emissie naar water van tributyltin(oxide). In de oorspronkelijke database werd deze emissie aan een willekeurig watercompartiment toegerekend, simpelweg omdat een onderscheid tussen emissies naar zoet en zout water indertijd nog niet mogelijk was. Nu in de huidige studie dit onderscheid wel mogelijk bleek, en er een groot verschil bleek te zijn in karakteriseringsfactoren van tributyltin(oxide) voor zoet of zout water, is besloten de emissies toe te rekenen aan zout water omdat deze stof als anti-fouling alleen op zeeschepen (althans in Europa) wordt toegepast en de initiële emissie dus in zout water plaats vindt.

In de VLCA-database worden tevens processen beschreven voor de verwerking van afval zoals verbranding en storten. Deze processen zijn bewust niet gebruikt in de studie voor het MER-LAP. De reden hiervoor is dat de processen in de VLCA-database uitgaan van een gemiddelde samenstelling van de Nederlandse afvalmix. De bijbehorende ingrepen bij dit afval worden toegerekend aan het proces door middel van processpecifieke en productspecifieke factoren. Processpecifieke factoren geven een milieubelasting die gerelateerd is aan het verwerkingsproces. Productspecifieke factoren geven een milieubelasting die gerelateerd is aan en evenredig is met de samenstelling van de afvalstof. In MER-LAP gaat het echter niet om een mix van afvalstoffen en zijn de processen dus niet zonder meer van toepassing.

### **b3.2 Gebruikte achtergrondprocessen en keuzen bij karakterisering**

Uitgangspunt voor het gebruik van achtergrondprocessen is de IVAM LCA-database (van Ewijk, 2000). De VLCA-database is overigens in deze database geïntegreerd.

In onderstaand overzicht wordt van de achtergrondprocessen aangegeven welk proces uit de LCA-database is toegerekend. Indien een achtergrondproces ontbreekt of het onduidelijk is welk achtergrondproces van toepassing, dient in beginsel de inventarisatiefase zodanig uitgebreid te worden dat deze ontbrekende ingrepen in kaart worden gebracht. Omdat hiervoor de tijd vaak ontbrak, is in het MER-LAP veelal een keuze gemaakt op basis van reeds bestaande achtergrondprocessen. Soms is in onderstaand overzicht expliciet aangegeven dat hier een keuze gemaakt is voor het proces van een verwante stof omdat het gewenste achtergrondproces ontbrak. Daar waar in het kader van MER-LAP aanpassingen zijn gedaan aan de achtergrondprocessen of waar processen zijn aangemaakt, wordt dit vermeld.

Daarnaast is in het overzicht ook een aantal keren aangegeven op welke wijze ingrepen zijn gekarakteriseerd wanneer daar niet onmiddellijk een eenduidige toewijzing mogelijk was en een keuze gemaakt moet worden voor een stofgroep of voor een verwante verbinding.

PROCES IN STROOMRAPPORT A3 t/m A28	GEBRUIKT PROCES IN DATABASE
Aardoxiden	Aardoxiden zijn in rekening gebracht als Yttrium. Productie van secundaire aardoxiden werkt in praktijk alleen door op het LCA-thema "abiotische uitputting" daar van ingrepen die horen bij winning, opwerken en transport van aardoxiden geen informatie beschikbaar is
Actief kool	Verbruikt actief kool als bedrijfsmiddel bij rookgasreiniging is in rekening gebracht door middel van het standaard achtergrondproces "charcoal"
Ammonia (25%)	Ammonia
Anti-scaling	Geen proceskaart beschikbaar. Er is geen alternatief proces toegerekend.
Big-bags	Gebruikte big-bags zijn op basis van proceskaart "PA 6.6" (nylon) in rekening gebracht.
Cement	Zowel gebruikt als vermeden cement is verdisconteerd via de meest recente kaart voor Portland cement; "Cement portland (p.) C 1998".
Dolokal	Wordt toegepast in kunstmeststoffen vanwege neutraliserende eigenschappen. Hier toegerekend aan kalksteen.
Elektriciteit (vermeden)	Afhankelijk van soort secundaire energiedrager. Bij verbranding in een AVI wordt elektriciteit geleverd aan het net en een gemiddeld Nederlands proces opgenomen (zie onder elektriciteit – gebruik). Bij meestook van secundaire brandstoffen in een kolengestookte centrale wordt een proces voor de productie van elektriciteit gekozen dat aansluit bij opwekking in een kolengestookte energiecentrale
Elektriciteit (gebruik)	Voor de elektriciteitsproductie wordt aangesloten bij een proces dat de gemiddelde opwekking van een eenheid energie in Nederlandse energiecentrales vertegenwoordigt. Van belang hierbij is de verhouding tussen de verschillende brandstoffen zoals gas, kolen, uranium, olie en overige. In praktijk is voor benodigde elektriciteit gebruik gemaakt van de proceskaart "MJel NL model (set ETH3 + NL)"
Ferro en non-ferro schroot (sec. mat.)	Geproduceerd schroot vervangt bij inzet in de staalproductie wel het eerste deel van het proces (ertswinning, transport, voorbereiding) maar niet het laatste deel (insmelten, nabehandelen). Er is geen proceskaart aanwezig die alleen het eerste deel van het proces omvat. Er is als benadering gekozen om als "vermeden" van het totale proces in rekening te brengen (proceskaart "Steel cold rolled (BOF)") en dan vervolgens de productie van staal uit scrap proceskaart Steel cold rolled (EAF)" weer als toe te rekenen emissies in rekening te brengen
FeSi	Geen proceskaart beschikbaar. Er is geen alternatief proces toegerekend.
Fosforzuur	Geen proceskaart beschikbaar. Toegerekend aan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .
Gips	Indien afvalstoffen worden bijgestookt in een kolencentrale met een lager zwavelgehalte dan kolen, is rekening gehouden met de productie van primair gips elders. Hierbij is toegerekend aan het proces 'hemihydrate'.
Grafiet	Carbon black
HCl	Als bedrijfsmiddel toegerekend door middel van proceskaart "chlorine NL2000". Dit betreft de gewogen productie van zoutzuur in Nederland volgens drie methoden: membraanproces (66%), diafragmaproces (22%), kwikproces (11%).
Houtchips	Houtchips worden als bedrijfsmiddel toegepast bij composteer- en vergistingsprocessen. Hier is aangenomen dat houtchips een restprodukt zijn van andere processen. In het MER-LAP zijn dan ook alleen de ingrepen behorend bij het transport van houtchips toegerekend en geen andere ingrepen.

PROCES IN STROOMRAPPORT A3 t/m A28	GEBRUIKT PROCES IN DATABASE
Kalksteenmeel	Het toevoegen of vermijden van vulstoffen, veelal aangemerkt als kalksteenmeel, in de cementproductie is in rekening gebracht met de proceskaart "limestone IVAM"
Kieseriet	Kieseriet wordt gebruikt als magnesiumhoudende kunstmeststof. Toegerekend aan magnesiumoxide (25%)
Koolstof	Carbon black
Kwik	Geen proceskaart beschikbaar; er is proceskaart ontwikkeld in het kader van MER-LAP (zie bijlage 5)
N <sub>2</sub> (vloeibaar)	Geen proceskaart beschikbaar. Gekozen is voor toerekening aan de productie van gasvormig N <sub>2</sub> .
Na <sub>2</sub> S	Geen proceskaart beschikbaar. Gekozen is voor toerekening aan de productie van Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .
NaOH	Proceskaart "NaOH 50% (NL2000)". Natronloog wordt geproduceerd i.c.m. zoutzuur (zie onder HCl).
Natrium	Geen proceskaart beschikbaar. Als ingreep is alleen een schatting gemaakt van het energieverbruik voor de elektrolyse van NaCl waaruit natrium geproduceerd wordt.
Natriumboraat	Voor natriumboraat als bedrijfsmiddel is geen passende proceskaart beschikbaar. Gekozen is voor toerekening als Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .
Osmo-treatment	Geen proceskaart beschikbaar. Er is geen alternatief proces geselecteerd.
Oplosmiddelen (vermeden)	Indien oplosmiddelen zodanig bewerkt worden dat deze als secundaire oplosmiddelen ingezet kunnen worden, worden primaire oplosmiddelen vermeden. In het MER-LAP is hierbij toegerekend aan het oplosmiddel aceton. Uit een gevoeligheidsanalyse met andere oplosmiddelen bleek geen significante invloed op de resultaten op te treden.
PE-hoes	De als bedrijfsmiddel gebruikte afdekhoezen bij storten in big-bags zijn in rekening gebracht op basis van de proceskaart "PE (APME)"
Poly-elektroliet	Geen proceskaart aanwezig. In het kader van deze studie is een proceskaart aangemaakt en gebruikt voor PAC (flocculant o.b.v. aluminium).
Propaan	Wegens het ontbreken van propaan in de database is hiervoor aangesloten bij de proceskaart voor butaan; proceskaart "butane (Steinhage)"
Transport (as)	Voor transport over de weg is het gekozen achtergrondproces afhankelijk van de beladingsgraad. De aangehouden lijn is <ul style="list-style-type: none"> <li>- tot 9 ton/vracht; proces "truck 16t (set: ETH3)"</li> <li>- 10-16 ton/vracht; proces "truck 28t (set: ETH3)"</li> <li>- vanaf 17 ton/vracht; proces "truck 40t (set: ETH3)"</li> </ul> Het verschil tussen de gekozen laadvermogens en de naam van de processen lijkt groot, maar wordt verklaard doordat het effectieve laadvermogen van dergelijke trucks een stuk lager ligt dan het totale gewicht van de truck waarnaar de naam van het proces verwijst.
Transport (intern)	Transport van afvalstoffen binnen inrichtingen of voor het opbrengen van materialen bij nuttige toepassing (shovels) is in rekening gebracht via de proceskaart "MJth diesel tractor set: IVAM"
Transport (water)	Gebruikt is de standaard proceskaart "Inland vessel: set ETH3"
Warmte (gebruik)	Het betreft in het algemeen toe te rekenen warmte om te drogen of te smelten en gebruikt is proceskaart "MJth ind energy (set: ETH3)"
Water	Als bedrijfsmiddel ingezet water is in rekening gebracht met proceskaart "Drinking water NL 1993/1994". Dat is de productie van drinkwater in Nederland uit oppervlaktewater (32%) en grondwater (68%)
Waterglas	Gehanteerd is de proceskaart "Silicon (IDEMAT)"
Waterzuivering	Geen proceskaart beschikbaar; er is proceskaart ontwikkeld in het kader van MER-LAP (zie bijlage 5)

PROCES IN STROOMRAPPORT A3 t/m A28	GEBRUIKT PROCES IN DATABASE
Wervelbedzand	Zie onder zand
Zand (vermeden ophoogmateriaal of hulpstof)	(Vermeden) zand door de inzet van secundair materiaal is in rekening gebracht met de standaard proceskaart "Sand NL IVAM"
Zandbentoniet	Gekozen is voor de proceskaart "sandbentonite"
Zepen	Toegerekend aan de proceskaart voor de productie van LAS (liniair alkylsulfonaat)
Zuurstofbinder	Geen proceskaart beschikbaar. Er is geen alternatief proces toegerekend.

INGREEP (EMISSIE) IN STROOMRAPPORT A3 t/m A28	GEBRUIKTE INGREEP IN DATABASE
Cl	HCl (lucht)
Cr	Bij emissie van chroom naar de lucht, water en bodem is gekozen voor karakterisering van 100% driewaardig chroom en geen zeswaardig chroom toegerekend
F	HF (lucht)
Gasvormige koolwaterstoffen	CxHy
Som zware metalen	Benaderd door de emissie toe te rekenen aan Cu (koper)
Stof	Naar de lucht geëmitteerd fijn stof is gekarakteriseerd als "dust PM10"
TOC (total organic compounds)	Benzeen
W	Bij W-emissie naar lucht is voor de karakterisering gerekend met Mo bij gebrek aan een karakteriseringsfactor voor W naar de lucht

#### **BIJLAGE 4; SPECIFIEK IN HET KADER VAN DEZE STUDIE ONTWIKKELDE ACHTERGRONDPROCESSEN**

Specifieke proceskaarten die in het kader van deze studie zijn ontwikkeld of verbeterd worden hieronder weergegeven. Volstaan wordt met een weergave van de inhoud van de proceskaart.

Voor de volgende processen zijn kaart opgesteld:

1. gedemineraliseerd water;
2. flocculant (PAC);
3. natronloog;
4. primair kwik;
5. primair magnesium;
6. magnesiumoxide;
7. secundair glas;
8. (zand)bentoniet;
9. zoutzuur;
10. zuiveren afvalwater.

2. gedemineraliseerd water (per kg, dichtheid verondersteld van 1 kg/l)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	drinkwater	1,05 liter
	zoutzuur (36%)	0,4 g
	natronloog (50%)	0,12 g
	hars (alkyd)	0,01 g
energie	elektriciteit	0,0005 kWh
transport	per as	0,0125 kgkm
emissies naar lucht	onbekend	-
emissies naar water	chloride	0,4 g
	natrium	0,12 g
emissies naar bodem	onbekend	-
finaal afval	hars	0,01 g
landgebruik	ionenwisselaar	0,00554 m <sup>2</sup> *jr

2. flocculant – PAC (per kg, dichtheid verondersteld van 1,37 kg/l)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	grondwater	0,2 kg
	zoutzuur (36%)	0,7 kg
	aluminiumoxide	0,27 kg
	aardgas	0,008 m <sup>3</sup>
energie	elektriciteit	0,02 kWh
transport	per as	184,5 kgkm
emissies naar lucht	HCl	0,9 mg
emissies naar water	onbekend	-
emissies naar bodem	onbekend	-
finaal afval	onbekend	-
landgebruik	onbekend	-



### 3. natronloog (50%)

Voor natronloog is gerekend met een drietal productieprocessen namelijk het diafragmaproces (22%), het membraanproces (66%) en het kwikproces (11%). Voor de achterliggende ingrepen wordt verwezen naar onderstaande proceskaarten. Voor loogoplossingen met andere concentraties is naar rato gecorrigeerd.

#### 3a. natronloog 50% (per 1.128 kg, diafragmaproces)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	proceswater	12.250 kg
	NaCl	1750 kg
energie	elektriciteit (mix)	2970 kWh
	elektriciteit (gas)	16,6 MJ
	stoom	610 kWh
transport	onbekend	-
emissies naar lucht	H <sub>2</sub>	550 g
	HCl	8 g
	CO <sub>2</sub>	3,1 kg
	asbest	0,04 mg
emissies naar water	chloor	0,75 kg
	chloraat	2,1 kg
	bromaat	225 g
	chloride	14,5 kg
	trichloormethaan	0,6 g
	sulfaat	15 kg
	asbest	68 g
emissies naar bodem	onbekend	-
finaal afval	productie-afval	30 kg
	asbest	0,15 kg
landgebruik	installatie	1,27 m <sup>2</sup> *jr
overig	co-productie met:	
	- zoutzuur (36%)	1.000 kg
	- waterstof	28 kg

3b. natronloog 50% (per 1.128 kg, membraanproces)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	proceswater	12.250 kg
	NaCl	1750 kg
energie	elektriciteit (mix)	2990 kWh
	stoom	180 kWh
transport	onbekend	-
emissies naar lucht	H <sub>2</sub>	550 g
	HCl	8 g
	CO <sub>2</sub>	3,1 kg
emissies naar water	chloraat	2,1 kg
	bromaat	225 g
	chloride	14,5 kg
	sulfaat	15 kg
	trichloormethaan	2,4 g
emissies naar bodem	onbekend	-
finaal afval	productie-afval	30 kg
	slib	0,6 kg
landgebruik	installatie	1,27 m <sup>2</sup> *j
	co-productie met:	
	- zoutzuur (36%)	1.000 kg
	- waterstof	28 kg

3c. natronloog 50% (per 1.128 kg!, kwikproces)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	proceswater	12.250 kg
	NaCl	1750 kg
	primair kwik	6,75 kg
energie	elektriciteit (mix)	3560 kWh
transport	onbekend	-
emissies naar lucht	H <sub>2</sub>	550 g
	HCl	8 g
	CO <sub>2</sub>	3,1 kg
	Hg	1,15 g
emissies naar water	chloraat	2,1 kg
	bromaat	225 g
	chloride	14,5 kg
	sulfaat	15 kg
	trichloormethaan	0,6 g
	gechloreerde kws	0,6 g
	kwik	0,33 g
emissies naar bodem	onbekend	-
finaal afval	productie-afval	30 kg
	HgOH	42 kg
landgebruik	installatie	1,27 m <sup>2</sup> *j
	co-productie met:	
	- zoutzuur (36%)	1.000 kg
	- waterstof	28 kg

4. primair kwik (per kg)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	mercury (Hg)	1 kg
	HNO <sub>3</sub>	0,002 kg
energie	mijnbouw	6 MJ
	raffinage	100 MJ
transport	over water	2000 kgkm
	per as	200 kgkm
emissies naar lucht	kwik	0,033 g
emissies naar water	kwik	3,85 mg
emissies naar bodem	-	-
finaal afval	zink	5 mg
	anorganische rest	5 mg
landgebruik	totaal	0,1374 m <sup>2</sup> *jr

5. primair magnesium uit elektrolyse (per ton)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	magnesiumoxide (zie bij 7)	1.370 kg
energie	elektriciteit (mix)	13.500 kWh
transport	onbekend	-
emissies naar lucht	stof	0,4 kg
	SO <sub>2</sub>	4,49 kg
	HCl	4 kg
	dioxines	53*E-3 mg
	SF <sub>6</sub>	0,45 kg
emissies naar water	gechloreerde kws	0,053 g
	dioxines	33*E-3 mg
emissies naar bodem	onbekend	-
finaal afval	slak	140 kg
	effluentslib	10 kg
	overig slib	40 kg
	overig afval	180 kg
landgebruik	onbekend	-

6. magnesiumoxide (per ton)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	dolomiet	1.000 kg
energie	elektriciteit (mix)	1.200 MJ
transport	onbekend	-
emissies naar lucht	stof	5,98 kg
	SO <sub>2</sub>	2,5 kg
	NO <sub>x</sub>	4,98 kg
	CO <sub>2</sub>	6,3 kg
emissies naar water	Mg	8,75 kg
	Ca	54,1 kg
	onopgeloste bestanddelen	2,7 kg
emissies naar bodem	onbekend	-
finaal afval	slib	50 kg
	overig afval	280 kg
landgebruik	onbekend	-

7. secundair glas (per kg)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	steenzout	0,29 kg
	kwartszand	0,67 kg
	kalksteen	0,29 kg
	dolomiet	0,21 kg
transport	per as	32 kgkm
	per rail	126 kgkm
	over water	657 kgkm
opmerkingen	vermeden inzet primair glas; alleen winning materialen en transport	

8a. zandbentoniet (per kg)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	bentoniet (zie 8b)	0,08 kg
	zand	0,85 kg
	proceswater	0,07 kg
energie	onbekend	-
transport	onbekend	-
emissies naar lucht	onbekend	-
emissies naar water	onbekend	-
emissies naar bodem	onbekend	-
finaal afval	onbekend	-
landgebruik	installatie	0,00554 m <sup>2</sup> *jr

8b. bentoniet (per kg)

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	klei	1kg
energie	elektriciteit (gas)	0,33 MJ
transport	over water	3.500 kgkm
emissies naar lucht	onbekend	-
emissies naar water	onbekend	-
emissies naar bodem	onbekend	-
finale afval	onbekend	-
landgebruik	onbekend	-

9. zoutzuur 36%

zie onder 4a-c, natronloog)

10. de zuivering van afvalwater

Voor zuivering van afvalwater in een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) is in de LCA-database weliswaar een proces opgenomen, maar er bestond onduidelijkheid over de bruikbaarheid van dit proces. In het MER-LAP zijn derhalve alsnog processen opgenomen die de ingrepen per kubieke meter verwerkt afvalwater beschrijven. Deze ingrepen zijn energieverbruik, hulpstoffenverbruik, afvalproductie en ruimtebeslag. Strikt genomen zijn deze ingrepen, m.u.v. ruimtebeslag, niet zozeer afhankelijk van de hoeveelheid afvalwater maar van de samenstelling daarvan. Het volledig correct toerekenen van afvalwater o.b.v. de samenstelling daarvan is echter zeer tijdrovend en naar verwachting zonder al te veel onderscheidend vermogen. In het kader van MER-LAP is dan ook besloten om bovengenoemde ingrepen te relateren aan het te reinigen volume aan afvalwater. Voor afvalwater dat slechts anorganische bestanddelen bevat, is een correctie toegepast op het energieverbruik omdat de toerekening van energie voor beluchtingssystemen in die gevallen niet terecht is.

Ingrepen per ton te reinigen afvalwater. De dichtheid is verondersteld als 1 ton/m<sup>3</sup>. Tussen haakjes (kolom 3) de waarden indien alleen anorganische componenten in het afvalwater aanwezig zijn.

aspect	ingreep/component/proces	omvang
input grondstoffen	flocculant (PAC)	1,65 g (1,65)
	kalk	9,3 g (0)
	zoutzuur 36%	0,22 g (0)
	natronloog 50%	4 mg (0)
energie	elektriciteit (mix)	1,12 kWh (0,47)
	warmte (gas)	1,51 MJ (1,51)
	mech. energie (olie)	9,5*E-3 MJ (9,5*E-3)
transport	onbekend	-
emissies naar lucht	onbekend	-
emissies naar water	onbekend	-
emissies naar bodem	onbekend	-
finale afval	slib	0,84 kg (0,84)
landgebruik	zuiveringsinstallatie	1,7*E-3 m <sup>2</sup> *jr (1,7*E-3)

De emissies van individuele stoffen naar water zijn expliciet toegerekend op grond van gemiddelde verwijderingspercentages in een RWZI. en de samenstellingen van de te reinigen waterstroom. Deze emissiewaarden zijn rechtstreeks in de desbetreffende afvalverwerkingsprocessen opgenomen

(zie achtergronddocumenten A3 t/m A27). In onderstaande tabel zijn de gehanteerde verwijderingspercentages per individuele stof of stofgroep opgenomen.

Zuiveringsrendementen voor resulterende waterstromen

Kenmerk	Zuiveringsrendement (%)
Zuiveringsrendement CZV	90
Zuiveringsrendement BZV	97
Zuiveringsrendement Kj-N	89
Zuiveringsrendement totaal-N	66
Zuiveringsrendement totaal-P	77
As	80
Ba	75
Cd	72
Co	75
Cr	89
Cu	92
Fe	75
Hg	91
Mn	75
Mo	75
Ni	46
Pb	91
Sb	75
Se	75
Sn	75
V	75
W	-
Zn	75

**BIJLAGE 5; NIET GEKARAKTERISEERDE INGREPEN**

uitputting van grondstoffen	bariet, bentoniet, calciumsulfaat, kalk, klei, dolomiet, veldspaat, fluorspaat, graniet, grind, gips, kalksteen, leem, mergel, krysoliet, fosfaat, kwartszand, rivierzand, steenzout, titaniumoxide, zand (overig), schalie, leisteen, zwavel, water, hout, zeoliet,
emissies naar lucht	aerosols, zilver, aluminium, asbest, boor, bifenyl, broom, buteen, calcium, calciumfluoride, cyanide (complex), chloor, dichlooretheen, fluor, ijzer, waterstof, zwavelzuur, helium, som zware metalen, jodium, kalium, lanthaan, MBTE, mercaptanen, magnesium, mangaan, natrium, platinum, Sc, silicium, zwavel(verbindingen) strontium, telluur, thallium, titanium, uranium, energie (warmte), zirkoon
emissies naar water	1,1-dichlooretheen, acenaftyleen, acetaat, organische zuren, zilver, aluminium, alkenen, onopgeloste bestanddelen, gehalogeneerde extraheerbare verbindingen (EOX), aasbest, barium, bromide, calcium, carbonaat, cesium, chloraat, chromaat, chloride, niet- gespecificeerde koolwaterstofstoffen, cyaniden, dichloorethaan, fluoride, glutaaraldehyde, waterstofsulfide, hexachloorethaan, bleekloog, jodium, kalium, MBTE, magnesium, mangaan, natrium, nitriet, (minerale) olie, olefinen, niet-gespecificeerde PAK's, ruidium, zwavel(verbindingen), silicium, strontium, sulfaat, titanium, tributyltin, triethyleenglycol, energie (warmte), wolfraam
emissies naar bodem	chloride, bromide, fluoride, mangaan, olie, sulfaat, melkzuur, azijnzuur, propionzuur, boterzuur, valerianzuur
finaal afval	radio-actief afval
overig	alle emissies van radio-actieve isotopen (totaal 131) uitgedrukt in Bequerel

## REFERENTIES

AOO 1998

Afvalverwerking in Nederland: gegevens 1997, Rapport Nr. AOO 98-05, AOO / VVAV / RIVM 1999

CE 2000

Milieuanalyse Subcaol-initiatief, CE 2000 (concept)

Eggels, P.G. en B.L. van der Ven, 2000

Achtergronddata voor de Bouw, een uitwerking in de vorm van een referentie, de VLCA database. TNO-MEP met bijdragen van CREM, DHV-AIB, Intron, IVAM Environmental Research, PRC/Bouwcentrum en TAUW Milieu, 2000.

van Ewijk, H.A.L. et al, 2000

IVAM LCA Data 3.0. Gebruikershandleiding, IVAM Environmental Research, 2000.

Frischknecht et al., 1996

"Öko-inventare von Energiesystemen", 3rd edition, ETH Zurich, 1996

Guinée, J.B. et al, 2001

*LCA in perspective*. CML/bureau B&G/UvA/IVAM Environmental Research/TNO/2-0 LCA consultants, Leiden, mei 2001.

Heijungs et al, 1992

Milieugerichte levenscyclusanalyse. Richtlijnen en aanbevelingen. CML, Leiden, 1992.

HIMH 1996

Emissie in Nederland: Trends, thema's en doelgroepen 1994 en ramingen 1995, Publicatiereeks Emissieregistratie Nr. 32, VROM-HIMH 1996

KPMG 2000

Gebruik van HCFK's, HFK's, Methylbromide en aanverwante stoffen in Nederland in 1999

TNO 1996

TNO, Milieueffectrapport MJP-GA II, Bijlagen, eindversie, TNO, Delft/Apeldoorn, 4 april 1996.

NMP3

Nationaal Milieubeleidsplan 3, 1998

VROM 1998

Themadocument Verzuring 1998, Publicatiereeks Lucht & Energie Nr. 128, VROM 1998

RIVM 1998a

Milieubalans 1998, RIVM, Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn, 1998, ISBN 90 4220226 2

RIVM 1999a



Milieucompendium 1999, RIVM/CBS, Samson bv, Alphen aan den Rijn, 1999, ISBN 90 14062 29X

RIVM, 2000a

RIVM, Milieuverkenning 2000-2030, Samson bv, Alphen aan den Rijn, 2000, ISBN 90 14071 89 2