



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Leidraad maken mLCA

Versie 1.0 – december 2025

Toetsingskaders Circulair Materialenplan

Inhoud

1. Over deze leidraad	4
1.1 Doelgroep voor de leidraad	4
1.2 Het belang van deze leidraad voor een circulaire economie.....	5
1.3 Toetsingskaders CMP.....	5
1.4 Ondersteuning	5
2. Waarom een multi-cyclus LCA?.....	5
3. Doel, reikwijdte en systeemgrenzen	6
3.1 Functionele eenheid	6
3.2 Systeemgrenzen.....	7
3.2.1 Uitgangspunten bij het bepalen van systeemgrenzen.....	7
3.2.1.1 Verdere algemene uitgangspunten	8
3.2.2 Processchema's	9
3.2.3 Nadere aanwijzingen bij het bepalen van de systeemgrenzen	10
3.2.4 Nadere aanwijzingen bij werken met en uitgespaarde materialen	11
3.3 Modeleren van een minimumstandaard in de LCA	13
4. Inventarisatie van milieu-aspecten.....	14
4.1 Algemene uitgangspunten.....	14
4.2 Specifieke bepalingen t.a.v. de inventarisatie	15
4.2.1 Tijdshorizon	15
4.2.2 CO ₂	16
4.2.3 Achtergrondprocessen	16
4.2.4 Uitloging	17
5. Karakterisatie van milieuaspecten	21
6. Analyse, interpretatie en weergave van de resultaten.....	22
6.1 Zwaartepunts- en gevoeligheidsanalyses.....	23
6.2 Milieuanalyse en interpretatie	23
6.3 Niet gekarakteriseerde ingrepen.....	24
6.4 Weergave van resultaten	24
6.5 Weging	25

7. Er is meer dan een (m)LCA	26
7.1 LCA is geen risicoanalyse	26
7.2 Niet alles wat belangrijk kan zijn zit even goed in een LCA	26
7.3 Aspecten naast de LCA	26

1. Over deze leidraad

In het circulair materialenplan (CMP) hanteren we de methodiek van de Levenscyclus Analyse (LCA) om te beoordelen of het verwerken van een afvalstof, of het inzetten van een afvalstof als grondstof, meer of minder hoogwaardig is. Een LCA is een methode om de milieueffecten van een product gedurende de hele levensduur, oftewel de gehele cyclus, te kwantificeren en vergelijkbaar te maken. Van grondstoffenwinning tot productie, gebruik, en uiteindelijk het verwerken als afval. In het CMP wordt gekeken naar meerdere cycli van recycling en opnieuw gebruiken. Dit betekent dat het CMP kijkt naar mogelijk herhaalde cycli van het recyclen van een afvalstof tot nieuwe producten, het opnieuw gebruiken van deze producten, en mogelijk verdere recycling daarvan. We spreken daarom van een multi-cyclus LCA (mLCA).

Deze leidraad bevat de richtlijnen hoe deze mLCA uit te voeren. De volgende aspecten – deels de standaardstappen in een LCA – komen in deze leidraad aan bod:

- Het hoe en waarom van een mLCA (hoofdstuk 2)
- Definitie van doel, te bestuderen systeem en systeemgrenzen (hoofdstuk 3)
- Inventarisatie van milieuaspecten (hoofdstuk 4)
- Karakterisatie van milieuaspecten (hoofdstuk 5)
- Analyse en interpretatie (hoofdstuk 6)

Tot slot ook nog enkele overwegingen over mogelijkheden en beperkingen van het instrument LCA.

Deze leidraad is een onderdeel van het CMP en valt op die wijze onder de werking van artikel 10.14 Wet milieubeheer, waarin staat dat het bevoegd gezag bij het nemen van besluiten rond afvalstoffen rekening moet houden met het CMP. De hele inhoud van deze leidraad valt onder dit 'rekening houden met'. Als het bevoegd gezag een positief besluit wil nemen waarvoor volgens het CMP een mLCA vereist is en er is sprake van één van de volgende situaties:

- [1] de mLCA ontbreekt bij de vergunningaanvraag,
- [2] de mLCA is opgesteld in afwijking van deze leidraad, of
- [3] de mLCA leidt tot de conclusie dat de gewenste vorm van verwerken niet op zijn minst even hoogwaardig is als de minimumstandaard,

dan volgt het bevoegd gezag de afwijkingsprocedure zoals is beschreven in [Afwijken](#).

De LCA-methodiek kan voor veel vraagstukken worden ingezet en hoeft zich niet te beperken tot de afvalfase. Zo kunnen ook productieprocessen met elkaar worden vergeleken, kan worden gekeken naar vormen van transport, etc. Deze leidraad is primair bedoeld voor het vergelijken van verschillende methodes voor het verwerken van een afvalstof.

1.1 Doelgroep voor de leidraad

Vergunningverleners hanteren bij het verlenen van vergunningen voor verwerken van afval de minimumstandaard uit het CMP als referentie (zie [Instrumenten voor sturing](#) en [Minimumstandaard voor verwerking](#)). Het CMP biedt wel de mogelijkheid om andere vormen van verwerken van afval te vergunnen die op zijn minst even hoogwaardig zijn als de minimumstandaard. In een aantal gevallen schrijft het CMP voor dat dit moet worden aangetoond door bij de vergunningaanvraag een mLCA-vergelijking tussen de gewenste verwerkingswijze en de minimumstandaard te voegen. Deze leidraad geeft de vergunningverlener informatie over hoe de betreffende mLCA-vergelijking moet zijn uitgevoerd.

Afvalverwerkers of initiatiefnemers van nieuwe initiatieven voor afvalverwerking kunnen uit het CMP afleiden wanneer zij bij hun vergunningaanvraag een mLCA-vergelijking van hun initiatief met de minimumstandaard moeten voegen (zie [Minimumstandaard voor verwerking](#) en de [Leidraad gebruik minimumstandaard](#)). Deze leidraad 'uitvoeren van LCA's' geeft voor de initiatiefnemer aan hoe de betreffende mLCA-vergelijking moet zijn uitgevoerd en waar de vergunningverlener aan toetst bij de beoordeling van de aanvraag.

De rijksoverheid zal in een aantal gevallen het aanpassen van een minimumstandaard in het CMP onderbouwen met een mLCA. Het kan dan bijvoorbeeld gaan om het instellen van een recyclingstandaard (zie paragraaf 3.3 [Minimumstandaard aanmerken als recyclingstandaard](#) in

‘Minimumstandaard voor verwerking’. De betreffende mLCA zal uitgevoerd moeten worden zoals beschreven in deze leidraad.

Hoewel is geprobeerd alles zo toegankelijk mogelijk op te schrijven blijft het een specifiek en technisch onderwerp. Hierdoor is het niet helemaal te vermijden dat enige basiskennis van LCA’s en bijbehorende termen nodig is voor het juist hanteren van geschetste uitgangspunten. Zie ook paragraaf 1.4 van deze leidraad.

1.2 Het belang van deze leidraad voor een circulaire economie

In een circulaire economie wordt afval zo hoogwaardig mogelijk verwerkt, rekening houdend met kosten en het voorkomen van risico’s voor milieu en volksgezondheid. Het is echter niet altijd eenvoudig om te beoordelen of een nieuwe of gewijzigde vorm van verwerken van afval of inzet van secundair materiaal meer of minder hoogwaardig is dan de huidige vorm. Hiervoor biedt de ontwikkelde mLCA-methodiek de oplossing. De mLCA zoals deze wordt gebruikt binnen het CMP richt zich op het in kaart brengen van de milieudruk vanaf het moment van afdanking. Door naar meerdere cycli te kijken, speelt de mate waarin een initiatief bijdraagt aan het in de keten houden van grondstoffen een belangrijke rol. Waarom er gewerkt wordt met een mLCA en niet met een LCA over 1 cyclus komt in hoofdstuk 2 in meer detail aan de orde.

Bij vergunningaanvragen die afwijken van de minimumstandaard is onderbouwing met een mLCA verplicht. Het is hierdoor alleen mogelijk om een vergunning te verlenen aan nieuwe initiatieven die leiden tot het zoveel mogelijk in de keten houden van grondstoffen, rekening houdend met emissies, energiegebruik, etc. Dit verzekert dat het vergunnen van een initiatief dat afwijkt van de minimumstandaard een stap vooruit is in de weg naar een circulaire economie.

Daarnaast is het belangrijk dat de diverse bevoegde gezagen op een uniforme wijze de verwerkingsinitiatieven beoordelen. Met de mLCA-methodiek is een objectieve methodiek beschikbaar om de milieu-impact van initiatieven te kwantificeren en die initiatieven objectief met elkaar te kunnen vergelijken. De kwantificering van de milieueffecten binnen de LCA-methodiek is bovendien uitgebreid wetenschappelijk onderbouwd en ISO gecertificeerd (ISO-normen 14040/14044). Deze leidraad draagt ook bij aan een gelijke uitvoering van een mLCA en dus een gelijke beoordeling van nieuwe initiatieven.

1.3 Toetsingskaders CMP

In de inleiding van dit hoofdstuk is al aangegeven dat bevoegde gezagen met **deze hele leidraad** rekening moeten houden bij het nemen van besluiten rond afvalstoffen (Wet milieubeheer, artikel 10.14). Deze hele leidraad is dus het toetsingskader. Dit geldt alleen niet voor de tekstkaders waarbij expliciet is aangegeven dat deze toelichtend zijn bedoeld.

1.4 Ondersteuning

Omgevingsdiensten kunnen bij het beoordelen van bij vergunningaanvragen ingediende mLCA-studies desgewenst ondersteuning krijgen van Rijkswaterstaat WVL (via de [helpdesk afvalbeheer](#)). Bij voorkeur wordt Rijkswaterstaat zo vroeg mogelijk betrokken en niet pas wanneer de vergunningaanvraag al is ingediend. Deze ondersteuning geldt uitdrukkelijk alleen voor Omgevingsdiensten en beperkt zich tot de vraag of de mLCA correct is uitgevoerd en of de conclusies passen bij de uitkomst van de mLCA en de daarbij horende onzekerheden.

2. Waarom een multi-cyclus LCA?

De afvalhiërarchie vormt de basis bij het aanmerken van het verwerken van afval als meer of minder hoogwaardig (zie [Instrumenten voor sturing](#)). In veel gevallen geeft dit voldoende richting, maar niet in alle gevallen. Zo geeft de afvalhiërarchie geen uitsluitend over de relatieve hoogwaardigheid van verschillende vormen van recycling van een afvalstof, omdat deze zich beide op dezelfde trede van de afvalhiërarchie bevinden. De afvalhiërarchie is bovendien geen dogma en in specifieke gevallen kan met de juiste onderbouwing van de basisvolgorde worden afgeweken. In lijn met artikel 4, lid 2 van de [Kaderrichtlijn afvalstoffen](#) wordt de methodiek van

de levenscyclusanalyse gebruikt om in specifieke gevallen de hoogwaardigheid van specifieke vormen van afvalbeheer te beoordelen.

De mLCA-methode in deze leidraad wijkt op onderdelen iets af van een klassieke LCA. Het behoud van materialen is een kernbegrip bij hoogwaardige recycling en een circulaire economie. Hierbij speelt het over zoveel mogelijk cycli in de keten houden van zoveel mogelijk materiaal met een zo hoog mogelijke kwaliteit een belangrijke rol. Zie ook paragraaf 3.3 [Hoogwaardige recycling](#) van 'Vormen van recycling beoordelen'. Bij het beoordelen van de hoogwaardigheid speelt de hoeveelheid en de manier waarop het materiaal in de keten gehouden wordt een belangrijke rol. Het behoud van materialen en grondstoffen is daarbij niet alleen van belang in de eerstvolgende levenscyclus na verwerken van de afvalstof, maar ook in eventuele levenscycli daarna. In de klassieke 1-cyclus LCA wordt onvoldoende rekening gehouden met het waarderen van het behoud van materialen. Zo scoort verbranden met energie-terugwinning vaak goed, maar blijft het feit dat je dat maar 1 keer kunt doen en recycling vaak meerdere keren buiten beeld. Om dit hiaat in de klassieke LCA in te vullen is deze multi-cyclus LCA (mLCA) ontwikkeld, gebaseerd op de beginselen van de klassieke LCA. De methode is met name geschikt voor het vergelijken van verschillende verwerkingsroutes.

Overigens werd ook met een 'klassieke LCA' in bepaalde gevallen al wel gekeken naar meerdere cycli. Het is dus geen innovatie die alleen ten behoeve van het LAP is bedacht, maar het is sinds LAP3 wel tot standaardaanpak verheven.

De mLCA volgt dezelfde stappen als een klassieke LCA:



Voor elk van bovenstaande stappen is een hoofdstuk voorzien waarin wordt beschreven hoe te werk te gaan. Bij elke beschrijving is uitgegaan van enige kennis van en ervaring met het uitvoeren van LCA's.

3. Doel, reikwijdte en systeemgrenzen



Het startpunt van het uitvoeren van een mLCA is het bepalen en vastleggen van het doel en de reikwijdte van het onderzoek (eerste stap van bovenstaande figuur). Het doel krijgt vorm door het formuleren van een centrale vraag en een functionele eenheid. De reikwijdte krijgt vorm door het kiezen van te vergelijken varianten, inclusief het definiëren van de systeemgrenzen. Op basis hiervan wordt duidelijk welk (onderdeel van een) proces onderwerp is van de analyse en hoe ver de analyse zich uitstrekt.

Doel, reikwijdte en centrale vraag

Het belang van het vaststellen van een doel en een goede bij het doel horende centrale vraag moet niet worden onderschat. Op basis van doel van het onderzoek volgt een passende functionele eenheid en bijbehorende systeemgrenzen. Dit is vervolgens bepalend voor de gegevens die moeten worden verzameld. Aangezien deze leidraad zich primair richt op het uitvoeren van mLCA's met als doel **het bepalen van de meest hoogwaardige vorm van verwerken van een afvalstof al dan niet ter vergelijking met de geldende minimumstandaard** wordt aan dit onderdeel in de leidraad niet veel aandacht besteed.

3.1 Functionele eenheid

De mLCA-methodiek kan voor veel vraagstukken worden ingezet. Zij hoeft zich niet te beperken tot de afvalfase. Zo kunnen ook productieprocessen met elkaar worden vergeleken, kan worden

gekeken naar vormen van transport, etc. Ook kan eenzelfde product maar van verschillende materialen worden vergeleken. In al deze gevallen ontstaat een ander doel en andere bijbehorende centrale vraag en daarbij hoort een ander functionele eenheid.

Deze leidraad is primair bedoeld voor het vergelijken van verschillende methodes voor het verwerken van een afvalstof en voor het onderbouwen van of toetsen aan de minimumstandaarden uit het CMP. De functionele eenheid van de mLCA kan dan in het algemeen worden verwoord als:

Het verwerken van één ton materiaal, met een zekere kwaliteit, op het moment direct na inzamelen of ontdoen, waarbij de vrijkomende secundaire materialen en/of residuen gedurende drie achtereenvolgende cycli worden gevolgd.

Als secundaire materialen en/of residuen minder dan drie cycli meegaan, wordt voor dat deel gemodelleerd tot er geen materiaal in de keten meer over is. Dit betekent dus bijvoorbeeld dat wanneer vormen van recycling ook worden vergeleken met verbranden van de betreffende afvalstof, recycling over drie cycli wordt gemodelleerd en verbranden na één cyclus eindigt¹.

Bij het ontwikkelen van de methodiek zoals in deze leidraad is beschreven, is gebleken dat het in beschouwing nemen van drie cycli in het algemeen voldoende is om het in de keten houden van materialen goed mee te laten wegen in de resultaten. Als basis is daarom gekozen voor drie cycli. Mogelijk komt hieruit al een duidelijke ranking van de te vergelijken alternatieven naar voren. Indien dit niet het geval is kan een uitbreiding tot vijf cycli meer inzicht bieden en helpen bij de beoordeling.

3.2 Systeemgrenzen

In onderstaande paragrafen staat informatie over: uitgangspunten bij het bepalen van systeemgrenzen, processchema's, nadere aanwijzingen bij het bepalen van de systeemgrenzen en nadere aanwijzingen bij werken met en uitgespaarde materialen.

3.2.1 Uitgangspunten bij het bepalen van systeemgrenzen

Het vastleggen van de systeemgrenzen is één van de belangrijkste aspecten bij een mLCA. In de mLCA wordt, in tegenstelling tot een klassieke LCA, de systeemgrens uitgebreid tot drie cycli voor het verwerken van het materiaal. Op die manier wordt in beschouwing genomen of en hoeveel van bijvoorbeeld gerecycled materiaal na een eerder gebruik nog steeds als materiaal in gebruik blijft, en daarmee een bijdrage levert aan een circulaire economie. Tot en met de derde maal productie en verwerking, valt binnen de gestelde systeemgrenzen.

De mLCA is gericht op het doorrekenen van een bepaalde verwerkingsroute en deze te vergelijken met alternatieve routes of met de minimumstandaard. Voordat met de inventarisatie wordt begonnen, is het aan te raden per te vergelijken verwerkingsroute een schema op te stellen zoals getoond in Figuur 1. Een dergelijk schema geeft inzicht in wat er met het materiaal gebeurt na de eerste verwerkingsstap (bijvoorbeeld recycling), maar ook wat er mogelijk is bij een tweede en derde keer.

Voor de tweede en de derde cyclus wordt gemotiveerd gekozen voor de meest waarschijnlijke wijze van inzet. Dat kan dezelfde wijze zijn als in de eerste cyclus het geval is, maar dat hoeft niet, bijvoorbeeld wanneer dat op basis van producteisen of marktsituatie minder voor de hand ligt. Het is essentieel om de gekozen toepassing in de volgende cycli goed te motiveren. Naast een goede motivering is het belangrijk om via zwaartepunts- en gevoeligheidsanalyses (zie hoofdstuk 6) het effect van de gemaakte keuzes op de uitkomst van de mLCA in beeld te brengen. Dit kan ook betekenen dat meerdere toepassingen in de volgende cycli moeten worden doorgerekend.

Voor de systeemgrenzen is belangrijk dat een eerlijke vergelijking opgezet wordt voor de verwerking van een materiaal. Mee te nemen voorbehandelingen, hulpprocessen en/of

1 Het verbranden van afval wordt normaal slecht voor 1 cyclus meegenomen omdat het materiaal dan weg is. Bij het vergelijken van recycling met verbranden vergelijken we dan in principe 3 cycli (recycling) met 1 cyclus (verbranden). Voor afvalstoffen met een grote asrest leidt verbranden tot een substantiële bijdrage aan het ontstaan van bodemas. Voor die residu-stroom kan het dan wel nodig zijn om meerdere cycli in beeld te brengen.

vervolghandelingen moeten zorgvuldig in kaart gebracht worden. Zijn bepaalde stappen exact gelijk in alle alternatieven dan kunnen deze gemotiveerd worden weggelaten om de vergelijking niet onnodig complex te laten. In andere gevallen is het belangrijk om voor alle alternatieven naar alle emissies, vrijkomende residuen en dergelijke te kijken om de vergelijking eerlijk te houden.

Voor een complete en eerlijke vergelijking wordt er ook rekening mee gehouden dat naast het doelbereik (afvalverwerking) ook nevenproducten (elektriciteit, warmte, één of meer secundaire grondstoffen) kunnen ontstaan. In de mLCA wordt bij voorkeur uitgegaan van de methodiek van vermeden emissies (zie onderstaand kader voor een toelichting). Dit is ook in de processchema's in het vervolg van deze paragraaf als uitgangspunt genomen.

Vermeden emissies of system enlargement

Niet zelden levert een te onderzoeken systeem naast het doel 'het verwerken van de afvalstof' ook nog een nevenproduct. Zo is een nevenproduct van het verbranden bijvoorbeeld de productie van energie. Bij andere vormen van verwerken van dezelfde afvalstof wordt echter bijvoorbeeld geen energie geproduceerd maar ontstaan opnieuw bruikbare materiaalstromen. Ook deze kunnen weer van per alternatief verschillen in vorm en omvang. Om de vergelijking eerlijk te houden moeten deze nevenproducten in de mLCA worden meegenomen zodanig dat alle alternatieven uiteindelijk dezelfde producten leveren

Om dit te doen kent de klassieke LCA meerdere mogelijkheden. Meest gebruikt zijn methoden 'vermeden emissies' en 'system enlargement'. In de eerste methodiek worden per alternatief de nevenproducten die 'gratis' er bij komen als milieuwinst toegerekend (die had je anders apart moeten maken en dat hoeft nu niet). Bij system enlargement worden voor ieder alternatief alle nevenproducten die in één van de andere alternatieven er gratis bij komen hier als milieubelasting toegerekend (wat je bij het andere alternatief als bonus krijgt moet je er bij dit alternatief extra bij maken om de vergelijking eerlijk te houden).

In de mLCA wordt bij voorkeur uitgegaan van de methodiek vermeden emissies. Het werken met vermeden emissies heeft de voorkeur boven het werken met de methode van system enlargement omdat de combinatie van system enlargement met drie cycli het modelleren mogelijk onnodig complex maakt. Soms is voor een goede vergelijking system-enlargement niet helemaal te vermijden (zie bijvoorbeeld onder "[3] Effect op andere materiaalketens" hier onder).

3.2.1.1 Verdere algemene uitgangspunten

- Als uitgangspunt worden kapitaalgoederen buiten beschouwing gelaten. Achtergrond hiervan is dat de installaties waar het om gaat in dit type LCA's meestal voor heel lange tijd worden neergezet en in die periode zeer grote hoeveelheden materiaal verwerken. Hierdoor is het effect wanneer dat wordt teruggerekend naar de functionele eenheid in het algemeen nihil. Wordt er voor gekozen kapitaalgoederen toch mee te nemen, dan wordt dit gemotiveerd en wordt er op gelet dat dit voor alle te vergelijke opties op eenzelfde manier wordt gedaan.
- Uitgangspunt is een attributional LCA, maar er wordt altijd gemotiveerd of dit de juiste keuze is of dat een consequential LCA in het specifieke geval niet toch een beter beeld geeft. Zo kan het bijvoorbeeld nodig zijn om naast de toepassing van een materiaal in een keten ook naar het effect op andere ketens te kijken (zie paragraaf 3.2.4 en dan specifiek onder kop '[3] Effect op andere materiaalketens'). Indien er aanleiding voor is, wordt toch bewust gekozen voor een consequential LCA.

Het verschil tussen een attributional LCA en een consequential LCA

Een attributional LCA richt zich op het in kaart brengen van de huidige milieu-impact van een product, dienst of proces. Daarbij wordt gekeken naar de inputs (grondstoffen, energie, transport) en de directe outputs (emissies, afval, bijproducten) binnen de bestaande keten. Het is als het ware een *boekhouding* van de impact binnen het systeem zoals het nu functioneert.

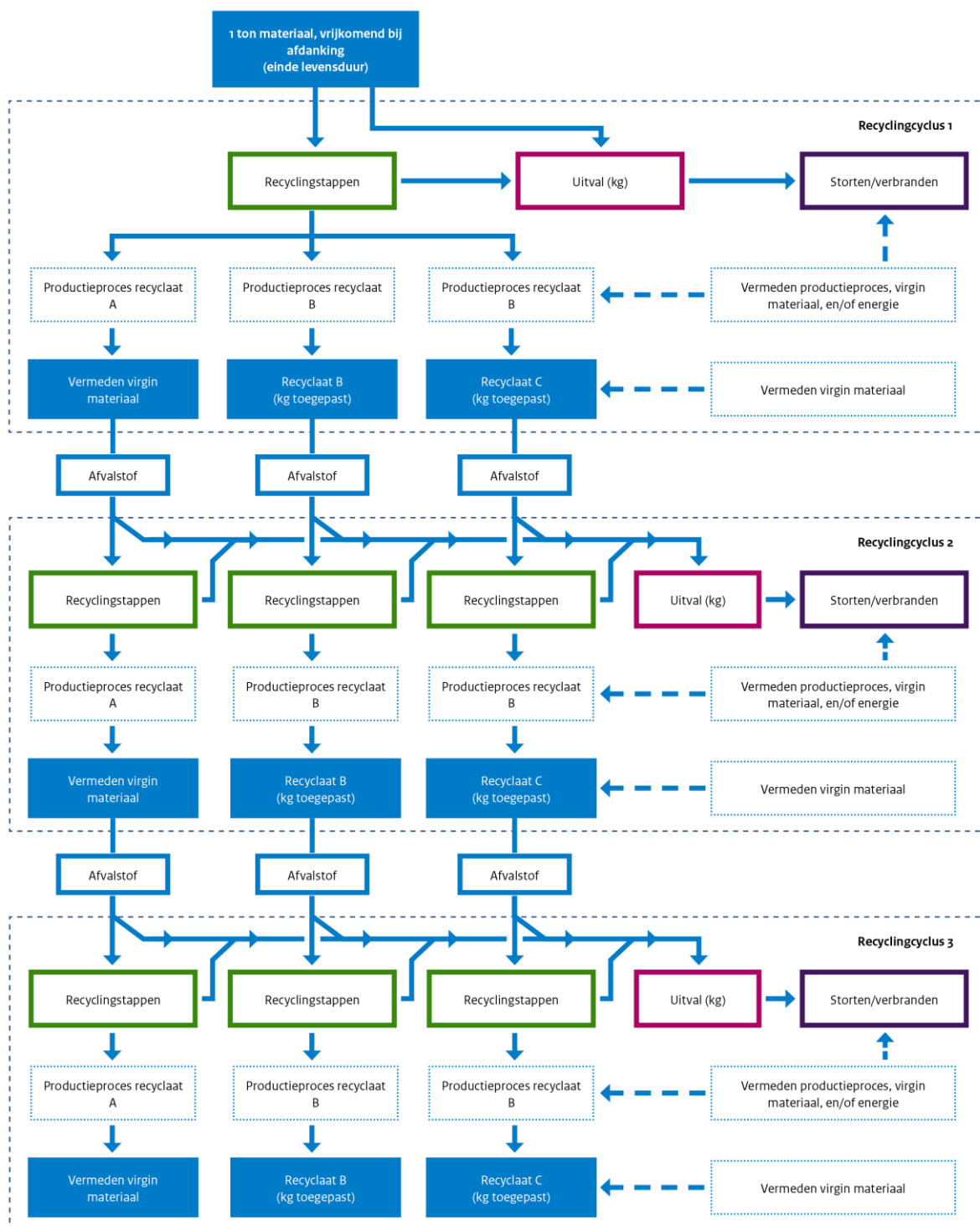
Een consequential LCA daarentegen onderzoekt wat er gebeurt wanneer er een verandering optreedt, bijvoorbeeld als de vraag naar een product stijgt of als een nieuwe technologie wordt ingevoerd. In plaats van alleen de directe keten te beschrijven, probeert deze benadering te voorspellen welke *gevolgen* dit heeft voor andere processen en markten (zoals verschuiving van productie, verandering in grondstofgebruik of vervanging van andere producten).

Kort gezegd geeft een attributional LCA een beeld van een bepaalde keuze binnen het huidige systeem, terwijl consequential LCA probeert om ook mogelijke systeemveranderingen of verder liggende effecten in beeld te brengen.

3.2.2 Processchema's

In het volgende schema, Figuur 1, is op hoofdlijnen aangegeven hoe de drie cycli meegenomen moeten worden als bij het verwerken van 1 ton materiaal drie recyclaten ontstaan die elk nog minstens twee maal opnieuw gerecycled kunnen worden. De verliezen die in de verschillende recyclestappen optreden moeten allemaal meegenomen worden. Net als alle vermeden primaire grondstoffen en productieprocessen.

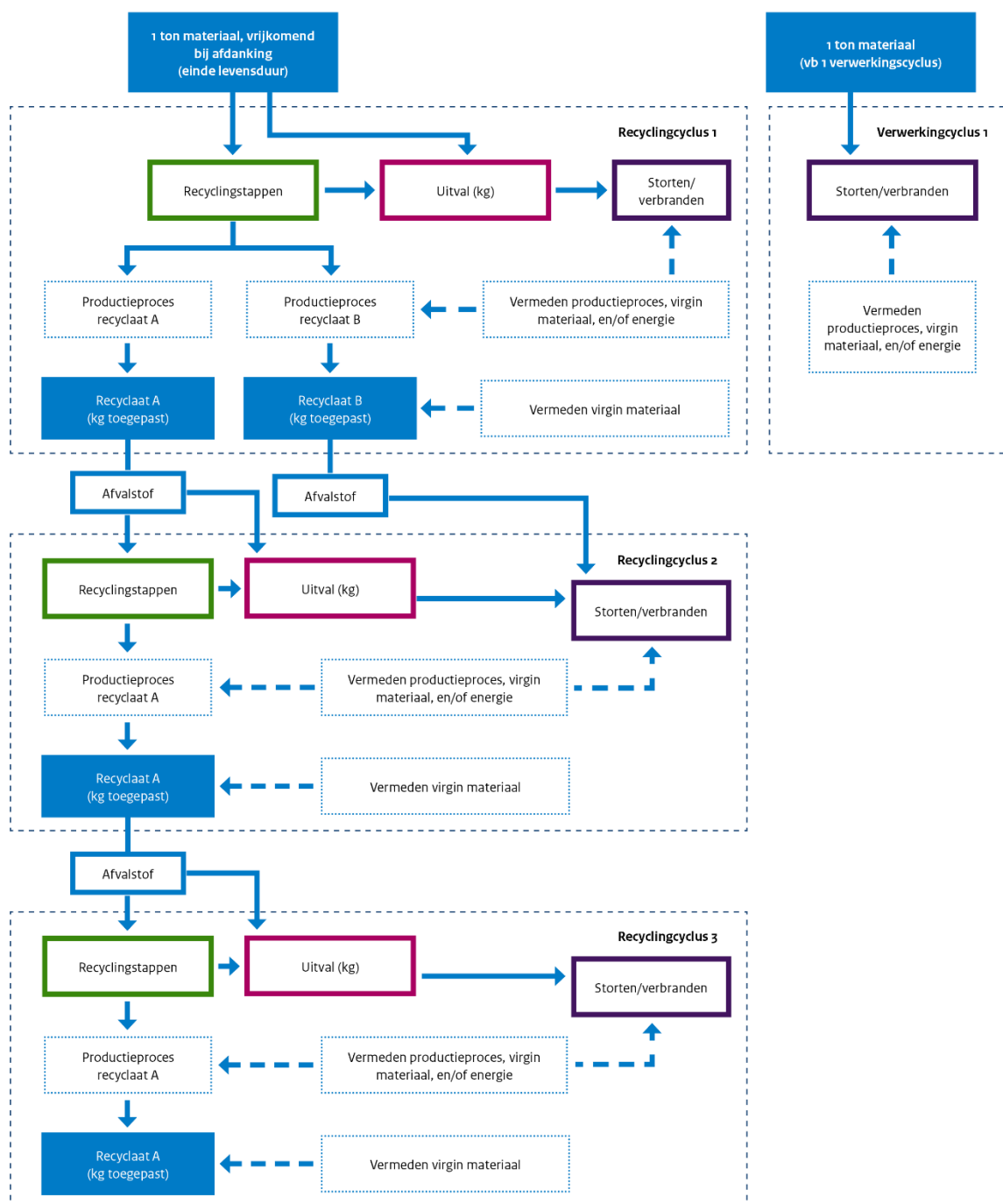
Figuur 1: Weergave van modellering van meer cycli op hoofdlijnen



In de praktijk zijn zowel eenvoudigere als nog complexere verwerkingsschema's mogelijk. De complexiteit is afhankelijk van de mate waarin de verschillende materialen in de keten blijven en dus meerdere cycli mogelijk zijn of niet. Als er minder recycleproducten ontstaan en/of het

materiaal direct gestort of verbrand wordt, dan zijn de schema's eenvoudiger zoals aangegeven in de onderstaande voorbeelden, zie Figuur 2.

Figuur 2: Weergave van modellering van meer cycli bij 2 verwerkingsopties



3.2.3 Nadere aanwijzingen bij het bepalen van de systeemgrenzen

Onderstaande opmerkingen en aanbevelingen refereren op onderdelen aan de stappen en blokken uit de schema's hierboven:

- Het blok 'recyclingstappen' is een verzamelnaam voor alle geassocieerde acties voor recycling: inzameling, sortering, verwerken, etc.
- Tussen recyclingstappen vindt transport plaats. Dit is niet in het schema opgenomen maar moet bij de inventarisatie (zie hoofdstuk 4 van deze leidraad) wel in beschouwing worden genomen. Ook input van hulpstoffen en energie alsook emissies bij de recyclingstappen zijn voor de mLCA van belang en moeten worden gemodelleerd.

- De mLCA richt zich op het in kaart brengen van de milieudruk vanaf het moment van afdanking. Eventuele emissies door gebruik of onderhoud van het product zijn om die reden niet inbegrepen. Die effecten zijn immers niet gerelateerd aan het bijvoorbeeld al dan niet recycleren van het materiaal.

N.B.

Dit betekent niet dat de gebruiksfase niet belangrijk is. In een aantal gevallen is de gebruiksfase juist erg bepalend voor de milieudruk. Het betreft dan echter meestal een ander doel dan het vergelijken van de meest hoogwaardige inzet van een afvalstof over meerdere cycli. Het gaat dan bijvoorbeeld om vergelijkingen als 'wasbare luier versus wegwerpluier', 'eenmalige of meermalige beker', 'beste manier om een materiaal te transporteren', etc. Ook hier is de mLCA-methodiek in principe bruikbaar, maar het is niet het type mLCA's waar deze leidraad zich op richt.

- Ook wordt verondersteld dat de levensduur en gewicht van producten niet noemenswaardig beïnvloed worden door het recycelaat. Dit aspect hoeft dus niet meegenomen te worden in de mLCA. Indien hier in een specifieke casus twijfel over of aanleiding voor is, is het uitvoeren van een aparte gevoeligheidsanalyse op dit aspect noodzakelijk.
- Wanneer bij een vergelijking van verwerkingsroutes bepaalde processen in alle routes identiek zijn (en in dezelfde hoeveelheid worden toegepast), kan worden overwogen om deze in alle 'te vergelijken verwerkingsroutes' weg te laten als dit de modellering vereenvoudigt.

3.2.4 Nadere aanwijzingen bij werken met en uitgespaarde materialen

- Elke keer dat een product uit recycelaat wordt gemaakt, vermijdt dit in het algemeen het gebruik van primair materiaal. Zolang het materiaal in de economie blijft, spaart het dus in elke cyclus opnieuw de winning en productie van primair materiaal uit. Dit wordt als vermeden materiaal in beeld gebracht (zie eerdere tekst over gebruik van de methodiek van vermeden emissies). Hetzelfde geldt voor eventueel produceren van energie.

Hier is verder nog relevant:

- Voor het produceren van recycelaat moeten alle processtappen die nodig zijn om een kwaliteit te krijgen die daadwerkelijk primair materiaal kan vervangen in beschouwing worden genomen.
- Het kan zijn dat de inzet van recycelaat leidt tot aanpassingen in het productieproces en daarmee een verschil in de benodigde energie of hulpmiddelen voor de productie van het beoogde product. Dit is niet expliciet zichtbaar gemaakt in de figuren, maar dergelijke verschillen moeten wel in de mLCA worden meegenomen (zie toelichtend kader hieronder).

Vermeden emissies of system enlargement

In de bovenstaande schema's, wordt bij de recycling van materialen de winning en productie van primair materiaal vermeden. Verschillen bij productieprocessen van primair en secundair materiaal ten aanzien van de gebruikte hulpstoffen en/of benodigde energie, moeten meegenomen te worden in de mLCA. Een voorbeeld hiervan is de inzet van glasscherven bij de productie van nieuwe glasproducten. Door deze inzet van glasscherven wordt namelijk de benodigde hoeveelheid energie verlaagd ten opzichte van de productie van primair glas. In de mLCA is het ook mogelijk om alleen het netto verschil in productie-energie (primaire minus secundaire productie) mee te nemen.

- In het algemeen heeft het produceren van energie of secundaire producten veel invloed op de uitkomst van de mLCA. Toerekenen hiervan moet dus weloverwogen en goed onderbouwd gebeuren. De onderstaande drie aspecten worden daarbij betrokken:

[1] Motivering van vermeden materialen

In sommige gevallen kan door een nieuwe toepassing een heel ander primair materiaal worden vermeden dan in de afvalstof aanwezig was. Een voorbeeld hiervan is kunststof dat in een tweede leven wordt ingezet in een toepassing waar normaal hardhout wordt gebruikt. Dit kan leiden tot het vermijden van milieueffecten die groter – of in ieder geval heel anders – zijn dan de effecten van het oorspronkelijke materiaal. In deze gevallen is het extra van belang dat er een gedegen motivering onder de vermeden effecten ligt. Ofwel dat heel aannemelijk wordt gemaakt dat in de tweede toepassing inderdaad dat andere materiaal wordt vermeden. Betreft het – in dit kunststof/hardhout-voorbeeld – een toepassing die bij afwezigheid van de kunststof in praktijk altijd uitsluitend van hardhout zou zijn vervaardigd en is tevens aannemelijk dat de kunststof ook

in die toepassing terecht zal komen, dan is het toerekenen van vermeden hardhout de enige realistische uitwerking. In andere gevallen is het werken met gevoeligheidsanalyses noodzakelijk. Hierbij wordt dan gekeken naar de variant waarin een vermeden primair materiaal wordt toegerekend dat zo veel mogelijk lijkt op het oorspronkelijke materiaal.

[2] Vermijden van ander secundair materiaal in plaats van primair materiaal

In deze leidraad wordt er van uitgegaan dat de inzet van recyclaat in het algemeen betekent dat de winning en/of productie van primair grondstoffen wordt vermeden. De vermeden milieu impact hiervan mag dan in mindering worden gebracht. Er zijn situaties denkbaar dat het ene secundaire materiaal concurreert met het andere. Door de toename van het gebruik van secundaire materialen in een circulaire economie zal dit zich steeds vaker voor kunnen gaan doen. In de meeste gevallen vinden beide recyclaten uiteindelijk een toepassing zodat er sprake blijft van het vermijden van primair materiaal. Zelfs al zou in eerste instantie een ander secundair materiaal zijn ingezet wanneer het te onderzoeken materiaal er niet zou zijn geweest. In die gevallen waarin evident is dat geen sprake is van het besparen van primair materiaal wordt gemotiveerd afgezien van het in toerekenen van vermeden milieu-effecten door het uitsparen van primair materiaal. Denk bijvoorbeeld aan gevallen waarin een toepassing bij gebrek aan secundair materiaal waarschijnlijk helemaal niet zou worden gerealiseerd, ook niet met primair materiaal.

[3] Effect op andere materiaalketens

Van oudsher wordt er vaak vanuit gegaan dat materiaal wanneer het niet wordt gerecycled zou zijn verbrand of gestort en dat dan primair materiaal voor de beoogde toepassing zou zijn gebruikt. Dit wordt in rekening gebracht door bij de recyclingsroute uit te gaan van een vermeden winning en inzet van het betreffende primair materiaal.

Het kan echter ook zo zijn dat het materiaal niet zou zijn verbrand of gestort, maar op een andere manier zou zijn gerecycled. Een toenemende realisatie van een circulaire economie gaat gepaard met toenemende aandacht voor onderscheid tussen vormen van recycling. Hierdoor zal het meer en meer voorkomen dat feitelijk sprake is van een keuze tussen inzet van een materiaal in de ene keten versus inzet van het materiaal in de andere keten in plaats van een keuze tussen inzet van het materiaal in een keten versus verbranden of storten. Met name voor materialen waarvoor vooralsnog sowieso minder in secundaire vorm beschikbaar is om alle behoeften te kunnen vervullen kan concurrentie tussen meerdere toepassingen een rol spelen.

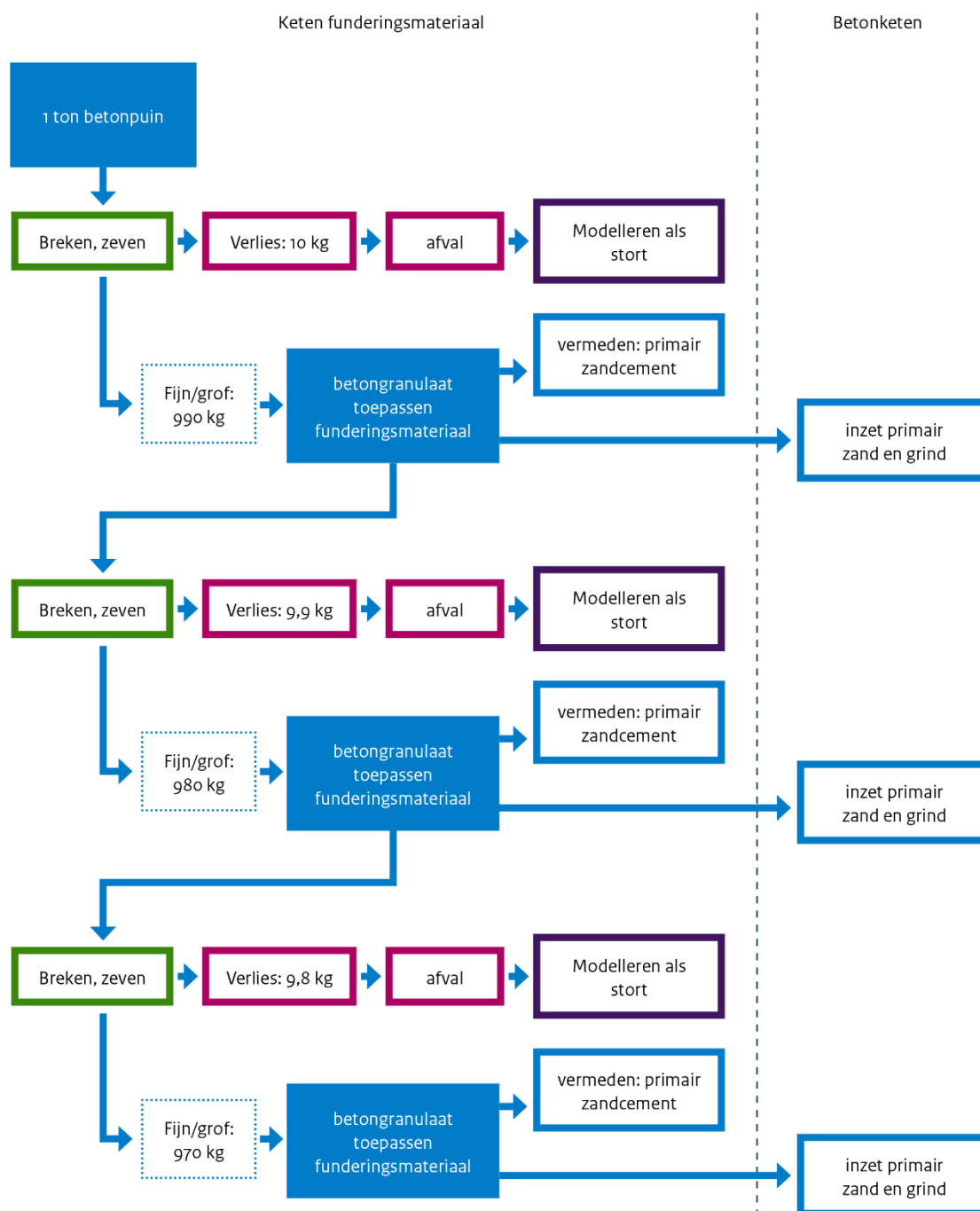
In deze gevallen is het van belang om het effect op beide ketens in beeld te brengen. Inzet van een materiaal in keten 1 betekent dat het niet kan worden ingezet in keten 2 en dat daar dus mogelijk primair materiaal moet worden ingezet (en vice versa). Het is dan niet correct om voor keten 1 het vermijden van primair materiaal in beeld te brengen en het tegengestelde effect in keten 2 buiten beschouwing te laten.

Dit betekent dat altijd een goede analyse van de keten(s) moet worden gedaan om te bepalen

- wat er met het materiaal zou zijn gebeurd wanneer het niet volgens de beoogde manier zou zijn verwerkt,
- wat het eventueel bij een andere toepassing aan primair materiaal zou hebben vervangen (dat kan bij de ene toepassing ander primair materiaal zijn dan bij de andere toepassing) en wat
- de kans is dat het in één van de toepassingen geen primair materiaal zou vermijden maar ander secundair materiaal (zie voor dit laatste ook onder "[2] Vermijden van ander secundair materiaal in plaats van primair materiaal").

Een voorbeeld waarin rekening moet worden gehouden met effecten in een andere keten is gegeven in Figuur 3. Hier is voor het toepassen van betonpuin als funderingsmateriaal niet alleen rekening gehouden met het feit dat je daarmee het gebruik van zandcement als onderdeel van funderingsmateriaal uitspaart, maar tevens dat toepassen als funderingsmateriaal betekent dat je het niet kunt toepassen als grindvervanger in de betonketen. Vanzelfsprekend moet bij het modelleren van de betonketen (niet in deze figuur) dan rekening worden gehouden met het feit dat toepassen in de betonketen betekent dat je hetzelfde betonpuin dan niet kunt toepassen als funderingsmateriaal.

Figuur 3: Voorbeeld van modellering van samenhangende ketens



3.3 Modeleren van een minimumstandaard in de LCA

In een aantal gevallen zal het uitvoeren van een mLCA tot doel hebben om een nieuwe of afwijkende vorm van verwerken van een afvalstof te vergelijken met de minimumstandaard. In veel afval- en ketenplannen in het CMP is de minimumstandaard geformuleerd op het niveau van een trede van de afvalhiërarchie. Dit is voor een LCA niet specifiek genoeg. Voor het vergelijken van een alternatieve verwerkingsoptie met de minimumstandaard middels een LCA moet voor de minimumstandaard een concrete uitvoeringsvorm worden gekozen. Hierbij is de voor Nederlands afval gebruikelijke verwerking leidend.

Enkele vuistregels hierbij:

- Is de minimumstandaard storten, dan wordt in het algemeen vergeleken met storten op een Nederlandse stortplaats. In specifieke gevallen kan de referentie echter ook het bergen in de ondergrond zijn.
- Is de minimumstandaard verbranden als vorm van verwijderen, dan is in het algemeen verbranden in een gemiddelde Nederlandse AVI de referentie (ondanks dat de Nederlandse AVI's tegenwoordig de status van nuttige toepassing hebben). In specifieke gevallen kan de referentie ook verbranden in de draaitrommeloven in het buitenland zijn of specifieke installaties bedoeld voor het verbranden van monostromen (zoals bijvoorbeeld zuiveringsslib of hout).
- Is de minimumstandaard andere nuttige toepassing in de vorm van hoofdgebruik als brandstof dan kan de referentie – afhankelijk van de afvalstof – inzet in een kolencentrale of een cementoven zijn, maar in andere gevallen ligt inzet in bijvoorbeeld een bio-energiecentrale meer voor de hand als referentie.
- Is de minimumstandaard recycling, dan gaat het in ieder geval om een passende verwerkingsvorm waarbij de complete afvalstof voor recycling wordt ingezet (enige normale uitval tijdens het proces daargelaten). Hier is de toepasselijke referentie afhankelijk van te verwerken afvalstof. Voor organische afvalstoffen kan het gaan om composteren, voor inerte materialen om inzet als bouwstof, etc. In geval meerdere vormen van recycling mogelijk zijn, dan kiest de aanvrager een vorm, wat dan wel een vorm moet zijn die zich heeft bewezen, die geschikt is voor de betreffende afvalstof en die in praktijk in redelijke mate wordt gebruikt voor de betreffende afvalstof.
In de meeste gevallen gaat het om de gebruikelijke verwerking voor de betreffende afvalstof in Nederland. In gevallen waarin verwerking van een afvalstof uitsluitend in het buitenland plaatsvindt gaat het om verwerking volgens de minimumstandaard van Nederlands afval in het buitenland.

Het is essentieel om de gekozen invulling van de minimumstandaard goed te motiveren en eventueel meerdere invullingen door te rekenen. Indien meerdere invullingen van de minimumstandaard – ook naar het oordeel van het bevoegd gezag – realistisch zijn kan de initiatiefnemer zijn initiatief vergelijken met die vorm die hem/haar het beste past.

4. Inventarisatie van milieu-aspecten



In de inventarisatie worden de zogenaamde milieu-ingrepen gekwantificeerd: dit zijn alle activiteiten die leiden tot een milieu-impact, zoals emissies naar lucht, bodem en water, gebruik van grondstoffen, etc. Hierbij is van belang dat de ingrepen steeds worden toegespitst op de functionele eenheid van de studie (vaak 1 ton afval met een bepaalde samenstelling en eigenschappen).

4.1 Algemene uitgangspunten

Bij de mLCA is het, gegeven de meerdere cycli, belangrijk de massabalans goed uit te werken. Voor deze massabalans is het voor het verwerken van 1 ton materiaal belangrijk om goed in kaart te brengen:

- welk aandeel van het materiaal wordt bij iedere volgende cyclus weer ingezameld en/of geselecteerd t.b.v. recycling;
- welke aandelen van het materiaal daadwerkelijk worden gerecycled;
- wat de uitval is van materiaal per verwerkstap bij recycling en wat de bestemming is van deze uitval (recycling, storten of verbranden). De totale hoeveelheid gestort materiaal, zoals bepaald in de inventarisatie, wordt in de resultaten apart aangegeven als stortindicator.

Papiervezels kunnen bijvoorbeeld een beperkt aantal keer worden gerecycled. Zo levert 1 ton oud papier en karton niet automatisch 1 ton gerecyclede vezels op. Dit geldt voor veel materialen.

Om een compleet beeld te krijgen in de inventarisatie is het verder van belang dat ook de volgende aspecten worden geïnventariseerd. Daarbij gaat het om de te verwerken materialen en uitvallen in de drie mogelijke cycli:

- de transportafstanden en -middelen tussen de verschillende verwerkingsstappen
- de energiebehoefte per verwerkingsstap
- de benodigde hulpstoffen en waterverbruik per verwerkingsstap
- de directe emissies naar lucht, water en bodem
- het afvalwater per verwerkingsstap
- de te besparen winning en productie van primair materiaal door de inzet van recycalaat en/of opgewekte energie.

Verbranding van materiaal (in een AVI, een BEC, een cementoven, een E-centrale) moet worden gemodelleerd met opwekking van energie (elektriciteit en/of warmte). De opgewekte energie is vermeden conventionele elektriciteit en warmte, waarbij de hoeveelheid opgewekte energie moet worden berekend:

- op basis van de lower heating value van het materiaal,
- de thermische en elektrische efficiëntie van de gemiddelde Nederlandse AVI, BEC, E-centrale en voor een cementoven een voor het verwerken van Nederlands afval representatieve (buitenlandse) installatie, en
- de hoeveelheid verbrand materiaal.

In alle gevallen wordt middels een gevoeligheidsanalyse ook gekeken naar de situatie dat de energieproductie volledig met duurzame productievormen geschiedt.

In allerlei recyclingprocessen zijn hulpstoffen nodig om te zorgen dat het recycalaat eigenschappen behoudt en/of terugkrijgt die overeenkomen met de eigenschappen van primair materiaal. Deze hulpstof kan bijvoorbeeld het mengen van recycalaat bevorderen, de degradatie van polymeerketens afremmen of veroudering van het materiaal tegengaan. Dergelijke hulpstoffen die specifiek samenhangen met het gebruik van recycalaat moeten worden opgenomen in de inventarisatie.

Het feit dat recycalaat vaak wordt bijgemengd bij primair materiaal hoeft niet specifiek gemodelleerd te worden, zolang het recycalaat maar één-op-één primair materiaal uitspaart. De inzet van primair materiaal wordt dan ook niet als hulpstof bij de recycling beschouwd.

Als een bepaalde verwerkingsroute zich nog niet in de praktijk heeft bewezen, dan zal gerekend moeten worden met de te verwachten uitval, het te verwachten energieverbruik, etc. In deze gevallen is extra aandacht vereist voor de impact van gebruikte schattingen en aannames op het resultaat van de analyse (dus zwaartepunts- en/of gevoeligheidsanalyses).

Het is bij de inventarisatie tot slot van belang dat deze voldoende specifiek is voor de betreffende casus. Opgepast moet worden om te rekenen met gemiddelde emissies van een installatie wanneer we het verwerken van een specifieke afvalstof modelleren. Dit kan namelijk leiden tot toerekenen van emissie van componenten die helemaal niet in de betreffende afvalstof zit (of andersom; emissie van een component die juist in deze afvalstof aanwezig is worden onderschat). Ook moet niet worden gerekend met de wettelijk maximale emissies, maar moet uit een combinatie van afvalstof en kenmerken van de installatie een passende emissie worden afgeleid.

4.2 Specifieke bepalingen t.a.v. de inventarisatie

In onderstaande paragrafen worden de tijdshorizon, CO₂, achtergrondprocessen en uitloging behandeld.

4.2.1 Tijdshorizon

We hanteren het uitgangspunt dat bij de inventarisatie zonder lange termijn emissies wordt gerekend. Kortcyclische producten, zoals verpakkingen, worden op eenzelfde manier gemodelleerd als langcyclische, zoals bouwproducten, terwijl de tijdshorizon kan variëren van minder dan één tot meer dan honderd jaar. Aan de ermee samenhangende onzekerheid (hoe zijn verwerkingstechnieken over 100 jaar, hoe is de grondstoffen markt over 100 jaar, etc.) moet bij

langcyclische producten wel aandacht worden gegeven. Zie onderstaand kader voor een nadere toelichting.

Inzet in kortcyclische of langcyclische producten

Dat kort- en langcyclische producten op eenzelfde manier zijn gemodelleerd betekent niet dat de levensduur in de gebruiksfase niet belangrijk is.

Echter voor LCA's waar deze leidraad over gaat is de gebruiksfase vaak niet zo relevant. Dat heeft te maken met de doel van deze LCA's en de bijbehorende functionele eenheid en systeemafbakening. Die komt in de basis vaak neer op de vraag "wat de beste manier is om een afvalstof te verwerken en/of toe te passen". In deze gevallen zit de grootste winst in het algemeen in het produceren van secundair materiaal dat je weer kunt inzetten als grondstof. Of je er vervolgens een kortcyclisch of een langcyclisch product van maakt, maakt dan geen verschil ten aanzien van het uitsparen van primair materiaal. Zolang we die kortcyclische (wegwerp) producten blijven gebruiken en bij gebrek aan secundair materiaal deze met primair materiaal zouden maken heb je winst door dat primaire materiaal uit te sparen. Zolang we een bepaald materiaal blijven toepassen in wegwerpproducten heeft het wat betreft grondstofbesparing geen meerwaarde om te sturen op toepassen op een afvalstof in langcyclische producten en tegelijk gewoon kortcyclische producten van primair materiaal te blijven maken.

De andere zijde is dat de levensduur voor de transitie naar de CE natuurlijk wel een zeer wezenlijk punt is. Maar in LCA-terminen stel je een andere vraag dan "wat de beste manier is om een afvalstof te verwerken en/of toe te passen". Het gaat dan om vragen als "moeten we wel met kortcyclische producten werken" of "als we dan toch met kortcyclische producten werken, van welk materiaal moeten die dan zijn" etc. Ook daar kun je prima met een LCA naar kijken, maar je begint dan met een ander doel, daar hoort een andere functionele eenheid bij, een andere systeemafbakening, etc. Je krijgt dan LCA's als de wegwerpbeker versus de eenmalige beker, de wegwerpluier versus de wasbare luier, de plastic zak versus de papieren zak, etc.

4.2.2 CO₂

Voor CO₂ geldt dat bij de milieu-ingrepen deze emissies kunnen worden genegeerd voor zover het emissies zijn die behoren tot de "korte CO₂-kringloop". Deze korte kringloop is een omschrijving voor het evenwicht tussen binding in biomassa en oxidatie (rotting / compostering / verbranding). Er wordt vanuit gegaan dat CO₂ uit deze korte kringloop voortdurend ontstaat, weer door biomassa wordt vastgelegd en dat dergelijke emissies geen bijdrage leveren aan de versterking van het broeikas effect. Dit in tegenstelling tot de "lange CO₂-kringloop", waarbij CO₂ uit fossiele brandstoffen al miljoenen jaren lang geheel uit deze kringloop is verdwenen en er door het verbranden van fossiele brandstoffen extra aan wordt toegevoegd. Relevant is tevens dat zowel bij de korte als bij de lange kringloop eventuele vorming van methaan of emissie van andere stoffen die bijdragen aan het broeikas effect nadrukkelijk wel bij de inventarisatie moet worden betrokken.

Bij nuttige toepassing van compost moet bovendien rekening gehouden worden met veenvervanging ofwel uitsparing van langcyclisch CO₂. Bij het winnen van energie uit afval moet gerekend worden met uitsparing van fossiele brandstoffen, ofwel ook uitsparing van langcyclisch CO₂ indien het afval bestaat uit producten waarin geen fossiele energiedragers zijn verwerkt.

Voorbeeld:

Verbranding van afval dat kortcyclisch is (hout bijvoorbeeld) draagt zelf niet bij aan de emissie van broeikasgassen. Het is echter wel mogelijk om CO₂-winst te halen wanneer hier het vergranden van kolen of aardgas wordt vermeden.

4.2.3 Achtergrondprocessen

Voor veel aspecten hoeft de inventarisatie niet te worden doorgevoerd tot het niveau van individuele emissies. Er zijn zogenaamde achtergrondprocessen waarin precies is uitgewerkt hoeveel emissies samenhangen met een kWh elektriciteit of de productie van een hoeveelheid van grondstof X of Y.

Voor het uitvoeren van LCA's zijn meerdere softwarepakketten beschikbaar. Deze pakketten kennen voor het gebruik van deze achtergrondprocessen in het algemeen specifieke proceskaarten waarin alle bijbehorende milieu-impacts zijn opgenomen. Voor mLCA's in het kader van het CMP wordt standaard uitgegaan van de proceskaarten zoals vastgelegd in de meest actuele versie van Ecoinvent-database. Deze database is in de meeste commerciële LCA-

softwarepakketten beschikbaar. Als in afwijking van deze basisregel andere databases gebruikt worden, dan zal inzichtelijk gemaakt moeten worden waarom voor een andere database gekozen is en wat het effect daarvan op de resultaten is.

Verder moet voor het modelleren van de verschillende (achtergrond)processen uitgegaan worden van de volgende uitgangspunten:

- Voor de vermeden opgewekte conventionele elektriciteit bij verbranding wordt bij voorkeur uitgegaan van de meest recente gemiddelde Nederlandse elektriciteitsmix.
- De 'Lower heating value' van de meeste materialen zijn opgenomen in de proceskaarten voor verbranding van Ecoinvent.

De meest recente gegevens over de thermische en elektrische efficiëntie van AVI's in Nederland zijn desgewenst op te vragen bij Rijkswaterstaat WVL via de [helpdesk afvalbeheer](#).

Het gebruik van achtergrondprocessen is zeer behulpzaam om op relatief eenvoudige en efficiënte manier de milieueffecten van gebruikte hulpstoffen, gebruikte of geproduceerde energie, etc. in rekening te brengen. Het is hierbij wel zaak om het juiste proces te kiezen. Dus geen gebruikte energie in Nederland in rekening brengen met een proces dat uitgaat van productie van elektriciteit via kernenergie in Frankrijk en geen gebruikte grondstoffen toerekenen op basis van een productieproces dat niet of niet meer representatief is voor de in Nederland gebruikte materialen en grondstoffen.

Van belang is verder dat niet alles met achtergrondprocessen kan worden gemodelleerd. De meest software bevat ook processen voor bijvoorbeeld allerlei afvalhandelingen. Het verbranden van residu van papierproductie, zeefoverloop bij composteren of uitval bij kunststofverwerking laat zich allemaal niet beschrijven voor een standaardproces dat is gebaseerd op verbranden van stedelijk afval in een gemiddelde Nederlandse AVI. Dan worden immers emissies toegerekend die wel passen op stedelijk afval, maar niet op die specifieke afvalstoffen. Ook worden gemiddelde hoeveelheden residu toegerekend, etc. In dit geval moet daarom afhankelijk van de karakteristieken van de betreffende afvalstof in combinatie met de kenmerken van de verbrandingsinstallatie van geval tot geval worden bepaald wat de emissies zijn, hoeveel asrest ze opleveren, hoeveel energie er bij verbranden wordt opgewerkt, etc. Het achtergrondproces voor verbranden van stedelijk afval kan hier dus niet worden gebruikt.

Het gebruik van achtergrondprocessen is goed mogelijk. Maar toepassing daarvan moet altijd weloverwogen gebeuren en worden verantwoord. Het is daarom aan te raden om bij de rapportage van de mLCA altijd ook een overzicht op te nemen van gebruikte proceskaarten.

4.2.4 Uitloging

Afhankelijk van het bestudeerde systeem kan uitloging van emissies naar de bodem een rol spelen. Voor het bepalen van de toe te rekenen emissies wordt onderscheid gemaakt in [1] inzet als bouwstof, [2] het "standaard" storten van afvalstoffen op een stortplaats en [3] het storten van vormgegeven immobilisaten. Voor de vertaling van uitloogtesten naar emissies worden voor deze drie opties verschillende waarden gehanteerd. Deze worden in de volgende paragrafen beschreven.

Hierbij is het van belang dat een goede toerekening wordt gemaakt naar de afvalstof waar het om gaat (verbrand je iets zonder verontreiniging X dan kan uitloging van X uit AVI-bodemas ook niet aan de betreffende afvalstof worden toegerekend).

Algemene uitgangspunten bij modeleren van uitloging

- Uitgangspunt is het zoveel als mogelijk hanteren van praktijkgegevens met betrekking tot de feitelijke uitloging (uitloogtesten). Waar deze gegevens ontbreken, moeten zij gemotiveerd worden ingeschat en wordt met name in deze gevallen met gevoeligheidsanalyses gewerkt. Vervolgens moet een gemotiveerde vertaling van uitlooggegevens op labschaal (kolomtest) naar de meest gebruikelijke praktijkcondities plaatsvinden (zoals bijvoorbeeld de toepassingshoogte en/of de aan- of afwezigheid van een bovenafdeling).
- Daar waar de onderzochte afvalstof slechts een deel uitmaakt van de toegepaste secundaire grondstof (door stabilisatie of immobilisatie) worden de uitlooggegevens gecorrigeerd voor de opgetreden verdunning.

- Bij de berekening van emissie gedurende de levensduur vanuit de uitlooggegevens op labschaal worden de volgende waarden aangehouden:²

Tabel 1: k-waarden om uitloging te berekenen

Component	k-waarde
As	0,01
Ba	0,17
Cd	0,32
Co	0,13
Cr	0,25
Cu	0,27
Hg	0,14
Mo	0,38
Ni	0,26
Pb	0,18
Sb	0,04
Se	0,16
Sn	0,1
V	0,04
Zn	0,28
Br	0,508
Cl	0,65
CN-complex	0,209
CN-vrij	0,225
F	0,26
SO ₄	0,33

[1] Inzet als bouwstof

Tenzij voor een specifieke situatie gemotiveerd andere waarden representatief zijn, wordt voor de vertaling van uitloogtesten naar praktijkemissies uitgegaan van:

- een kolomproef met $L/S=10$;
- een gemotiveerde representatieve toepassingshoogte (*). Indien de exacte toepassingshoogte niet bekend is wordt hiervoor een worst-case aanname gehanteerd;
- een infiltratie van 300 mm/jaar (*);
- een tijdshorizon van 100 jaar voor metalen en 1 jaar voor anionen.

(*) Vast aandachtspunt voor zwaartepunts- en gevoeligheidsanalyses.

Met het toepassen van secundaire grondstoffen in werken worden toepassingen van primaire grondstoffen vermeden. Naast de winning en de transport van deze primaire grondstoffen wordt ook de uitloging vanuit deze primaire grondstoffen vermeden. Ten aanzien van de uitloging van zware metalen en anionen is aangenomen dat deze niet zal plaatsvinden bij primair materiaal. Uitloging uit de secundaire grondstof wordt dus volledig toegerekend aan de onderzochte afvalstof zonder een correctie door te voeren voor de "vermeden nul-uitloging".

Voor het bepalen van de immissie van de verschillende componenten wordt, uitgaande van een kolomproef met $L/S=10$ gewerkt met de volgende formule:

² Bron: Kritische emissiewaarden voor bouwstoffen. Milieuhygiënische onderbouwing en consequenties voor bouwmaterialen; RIVM; 2007; rapportnummer 711701043.

$$I_{bodem} = \rho * (E_{L/S=10} - a) * h * \left[\frac{(-\kappa * \left\{ \frac{t * N_i}{\rho * h} \right\})}{1 - e^{(-\kappa * 10)}} \right]$$

waarbij:

I_{bodem} :	immissie van een component naar de bodem (mg/m ²) ³
ρ :	de dichtheid van de afvalstof (kg/m ³)
$E_{L/S=1}$:	uitloogwaarde van een component op basis van een kolomproef (mg/kg)
a :	hiervoor wordt standaard 0 (nul) aangehouden (**)
h :	toepassingshoogte (m)
κ :	k-waarde uit bovenstaande tabel
t :	tijdspanne (jaren)
N_i :	infiltratie (mm/jaar)

(**) De a-waarde is in deze formule bedoeld om de berekende immissie naar de bodem te corrigeren voor een immissie afkomstig van schone grond. In vergelijkende LCA's in het kader van het CMP worden echter alle milieu-effecten meegenomen. Emissies naar lucht of water worden niet gecorrigeerd voor achtergrondwaarden en ook niet gecorrigeerd voor geldende normen. Om die reden worden deze correctiefactor voor emissie naar bodem in dit geval ook niet gebruikt en wordt voor de a standaard 0 (nul) aangehouden.

Voor die afvalstoffen waarvoor alleen kolomproeven beschikbaar zijn op basis van L/S=1 wordt uitgegaan van de formule zoals weergegeven onder 'standaard storten van afvalstoffen'.

[2] "standaard" storten van afvalstoffen

Tenzij voor een specifieke situatie gemotiveerd andere waarden representatief zijn wordt voor de vertaling van uitloogtesten naar praktijkemissies uitgegaan van:

- een kolomproef met L/S=1;
- een storthoogte van 15 meter;
- een infiltratie van 0,5 mm per jaar gedurende 10.000 jaar;
- een percolatie door de onderafdichting (lekverlies naar de bodem) van 0,5 mm per jaar, zowel gedurende de exploitatie als na de exploitatieduur; en
- een opvang en reiniging van het percolaat gedurende de exploitatieduur (15 jaar).
- De tijdshorizon van 100 jaar voor de anionen en 10.000 jaar voor de metalen. Hierbij wordt steeds per component gecontroleerd of er op basis van deze tijdshorizon niet meer uitloogt dan er aanwezig is.

Voor het bepalen van de immissie van de verschillende componenten wordt, uitgaande van een kolomproef met L/S=1, gewerkt met de volgende formule:

$$I_{bodem} = \rho * (E_{L/S=1} - a) * h * \left[\frac{(-\kappa * \left\{ \frac{t * N_i}{\rho * h} \right\})}{1 - e^{(-\kappa * 1)}} \right]$$

In deze formules is:

I_{bodem} :	immissie van een component naar de bodem (mg/m ²) ³
ρ :	de dichtheid van de afvalstof (kg/m ³)
$E_{L/S=1}$:	uitloogwaarde van een component op basis van een kolomproef (mg/kg)
a :	hiervoor wordt standaard 0 (nul) aangehouden (**)
h :	toepassingshoogte (m)

³ Dit geeft een immissie naar de bodem per oppervlak. Op basis van dichtheid van het afval en de hoogte van de inzet zal voor de LCA in het algemeen een terugrekening naar de emissie per functionele eenheid (vaak een ton afval) plaats moeten vinden.

k: k-waarde uit bovenstaande tabel
 t: tijdsperiode (jaren)
 Ni: infiltratie (mm/jaar)

(**) De a-waarde is in deze formule bedoeld om de berekende immissie naar de bodem te corrigeren voor een immissie afkomstig van schone grond. In vergelijkende LCA's in het kader van het CMP worden echter alle milieu-effecten meegenomen. Emissies naar lucht of water worden niet gecorrigeerd voor achtergrondwaarden en ook niet gecorrigeerd voor geldende normen. Om die reden worden deze correctiefactor voor emissie naar bodem in dit geval ook niet gebruikt en wordt voor de a standaard 0 (nul) aangehouden.

[3] Storten van vormgegeven immobilisaten

Hierbij wordt uitgegaan van uitloogwaarden op basis van een diffusieproef en wordt voor de vertaling naar emissie in de praktijk situatie het volgende aangehouden:

- een storthoogte van 15 meter;
- een immobilisaat met een standaard afmeting van 1*3*3 meter (*);
- een percolatie door bovenafdichting (na exploitatie) van 0,5 mm per jaar;
- een percolatie door de onderafdichting (lekverlies naar de bodem) van 0,5 mm per jaar, zowel gedurende de exploitatie als na de exploitatieduur;
- een opvang en reiniging van het percolaat gedurende de exploitatieduur (15 jaar); en
- als factor voor de temperatuurcorrectie, veroudering en waterverzadiging, uitgegaan van uitlooggegevens op basis van een standtest van 64 dagen gerekend met 23,2 voor de componenten broom, chloor en sulfaat en met 1,8 voor de overige componenten. Ingeval sprake is van een standtest van een kortere tijd (t dagen) wordt een correctie uitgevoerd op deze factoren met behulp van een factor $(\sqrt{t \text{ dagen}})/(\sqrt{64 \text{ dagen}})$.
- De tijdshorizon van 100 jaar voor de anionen en 10.000 jaar voor de metalen; daarbij is steeds gecontroleerd of er op basis van deze tijdshorizon niet meer uitloogt dan er aanwezig is.

(*) Als gevoeligheidsanalyse wordt een berekening met een blokvorm van 1*1*1 meter⁴ aangeraden.

Voor het bepalen van de immissie van de verschillende componenten is, uitgaande van een diffusieproef (na 64 dagen, in (mg/m²)), rekening gehouden met de volgende formule:

$$I_{\text{bodem}} = \frac{E_{\text{dif},64} * A_E}{f * A_I}$$

waarbij:

I_{bodem}: immissie van een component naar de bodem (mg/m²)³
 E_{dif,64}: uitloogwaarde van een component op basis van een diffusieproef na 64 dagen (mg/m²)
 AE: emissie-oppervlakte (m²)
 AI: immissie-oppervlakte (m²)
 f: factor voor de temperatuurcorrectie, veroudering en waterverzadiging.

⁴ Er is in de gevoeligheidsanalyse gekozen voor een kleinere blok omdat daarmee het diffunderend oppervlak per ton afval groter wordt.

5. Karakterisatie van milieuaspecten



Nadat in de inventarisatie alle 'ingrepen' in kaart zijn gebracht, moeten deze worden vertaald naar een bijdrage op toxiciteit, klimaatverandering, verzuring, etc. Bij de mLCA vindt deze zogenaamde karakterisatie plaats volgens de ReCiPe-methode⁵. Hierbij worden de bij de inventarisatie bepaalde emissies en verbruikte grondstoffen met behulp van karakteriseringsfactoren vertaald naar een beperktere set aan milieueffecten. De uitstoot van CO₂ en van methaan worden bijvoorbeeld beide omgerekend naar een score voor klimaatverandering, terwijl uitstoot van zwaveldioxide (SO₂) wordt omgerekend naar een bijdrage aan verzuring. In de onderstaande tabel staan de 17 milieueffecten die in de ReCiPe-methode berekend worden.

Tabel 2: Impactcategorieën in de ReCiPe-methode en bijbehorende eenheden.

Impactcategorie	Eenheid	Engelse naam
Fijnstof vorming	kg PM 2.5 naar lucht	Particulate matter
Smogvorming (humane gezondheid)	kg NOx naar lucht	Tropospheric ozone formation, human health
Ioniserende straling	kBq Co-60 naar lucht	Ionizing radiation
Ozonlaagaantasting	kg CFK-11 naar lucht	
Humane toxiciteit, kankerverwekkend	kg 1,4-DCB naar stadslucht	Human toxicity (cancer)
Humane toxiciteit, overig	kg 1,4-DCB naar stadslucht	Human toxicity, non-cancer
Klimaatverandering	kg CO ₂ naar lucht	Climate change / Global warming
Watergebruik	m ³ verbruikt	Water use
Ecotoxiciteit, zoetwater	kg 1,4-DCB naar zoetwater	Freshwater ecotoxicity
Vermesting zoetwater	kg P naar zoetwater	Freshwater eutrophication
Smogvorming (ecosysteem)	kg NOx naar lucht	Tropospheric ozone (ecosystem)
Ecotoxiciteit, bodem	kg 1,4-DCB naar bodem	Terrestrial ecotoxicity
Verzuring, bodem	kg SO ₂ naar lucht	Terrestrial acidification
Landgebruik	M ² *jr landbouwgrond	Land use/transformation
Ecotoxiciteit, zoutwater	kg 1,4-DCB naar zoutwater	Marine ecotoxicity
Uitputting mineralen/metalen	kg Cu	Mineral resources
Uitputting fossiel	kg ruwe olie / kg kolen / Nm ³ gas	Fossil Resources

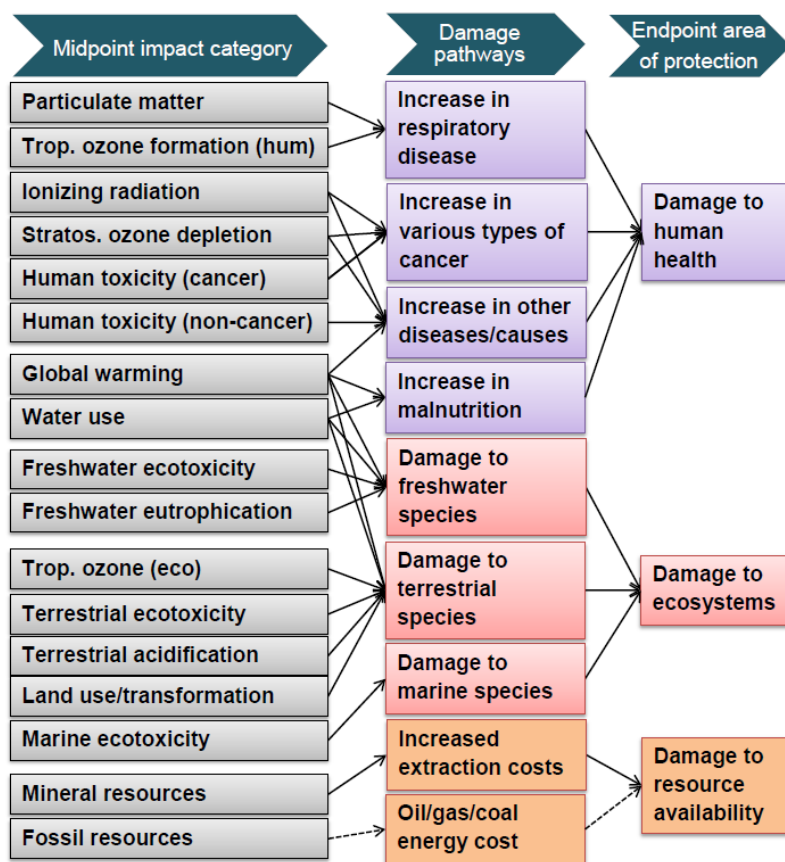
De 17 gekwantificeerde milieueffecten (genaamd midpoint-indicatoren in ReCiPe) worden vervolgens omgerekend naar drie schadecategorieën (genaamd endpoint-indicatoren). Deze endpoint-indicatoren geven aan wat de uiteindelijke schade is op het niveau van humane gezondheid, ecosystemen en grondstoffen uitputting. Met deze omrekening kan de relatieve ernst van verschillende milieueffecten met elkaar vergeleken worden. Tot slot kunnen de drie endpoint-indicatoren gewogen bij elkaar worden opgeteld, om tot een totaalscore te komen (Single Score). De route van milieu-emissies naar LCA-score is schematisch weergegeven in Figuur 4.

⁵ Deze methode is ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van (toenmalig) VROM, en is internationaal één van de meest toegepaste LCA-methodes. Wetenschappelijke achtergronden en berekeningswijzen voor elk van de milieueffecten zijn te vinden in het ReCiPe rapport (*ReCiPe 2016; A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level, Report I: Characterization, RIVM Report 2016-0104 M.A.J. Huijbregts et al.*).

Van belang is dat over de 17 midpoint-indicatoren in hoge mate wetenschappelijke consensus bestaat. Voor de vertaling van deze midpoint-indicatoren naar de drie endpoint-indicatoren is deze consensus minder. Bovendien worden niet alle 17 midpoint-indicatoren bij de vertaling naar de drie endpoint-indicatoren betrokken. Het gebruik van de single score is eigenlijk geen onderdeel van ReCiPe en is feitelijk overgenomen van een andere methode. De wetenschappelijke basis voor deze weging is beperkt. Het is van belang hier rekening mee te houden bij de interpretatie van de resultaten. Zie ook hoofdstuk 6 van deze leidraad.

Binnen de ReCiPe-methode worden verschillende sets aan karakterisatiefactoren onderscheiden. Deze sets kennen ieder een eigen perspectief ten aanzien van de zekerheid van milieueffecten en de tijdshorizon. In de mLCA wordt uitgegaan van de default-set van de zogenaamde European Hierarchist⁵.

Figuur 4: ReCiPe methode: schematische weergave van de relaties tussen de mid- en endpoint-indicatoren (figuur overgenomen uit ReCiPe 2016, methode RIVM, figuur 1.1)



6. Analyse, interpretatie en weergave van de resultaten



In de analyse- en interpretatiefase worden de berekende resultaten geïnterpreteerd, wordt een inschatting gemaakt van de gevoeligheid van de conclusie in relatie tot de belangrijkste aannames en wordt eventueel een weging aan bepaalde aspecten toegekend om de focus op circulariteit voldoende tot uiting te brengen. Dit resulteert uiteindelijk in een ranking van de milieu-impact van de verschillende te vergelijken verwerkingsroutes.

6.1 Zwaartepunts- en gevoeligheidsanalyses

Net als bij een klassieke LCA moet in de mLCA ook een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd om te bezien of en hoe de belangrijkste aannames de conclusies beïnvloeden. Belangrijke parameters om te controleren zijn:

- het aandeel inzameling en uitval van het materiaal;
- de hoeveelheid en de kwaliteit van het primair materiaal dat door het recycleat wordt uitgespaard;
- de beschikbaarheid aan milieugegevens van het uitgespaarde materiaal;
- de prestaties van technieken;

Daarnaast moet in alle gevallen worden gekeken naar het effect op de vergelijking wanneer alle gebruikte en geproduceerde energie niet wordt gemodelleerd op basis van de van de meest recente gemiddelde Nederlandse elektriciteitsmix, maar op basis van volledige opwekking als groene energie.

De gebruikte mix aan duurzame energiebronnen wordt gemotiveerd. Voor deze gevoeligheidsanalyse volstaat het in de basis om het directe energiegebruik / de directie opbrengst aan energie van het proces zelf te modelleren op basis van aan een duurzame energie-mix. Het aanpassen van proceskaarten van gebruikte hulpstoffen en dergelijke mag, maar kan meestal achterwege blijven. Uitzondering is wanneer er bijvoorbeeld veel energie-intensieve hulpstoffen worden gebruikt (bijvoorbeeld cement). In die gevallen wordt ook voor die specifieke hulpstoffen een passende energiemix gebruikt in deze gevoeligheidsanalyse. Om te bezien of dit nodig is wordt altijd een zwaartepuntsanalyse gedaan bij deze gevoeligheidsanalyse gericht op energiegebruik.

Tevens is het aan te raden om te bezien welke aspecten van de inventarisatie leiden tot de meeste milieuwinst/impact. Net als in een klassieke LCA is een goede zwaartepuntanalyse van grote waarde voor het inzicht in de oorzaken van milieu-impact. In het geval blijkt dat specifieke keuzes en aannames mogelijk een groot effect hebben op de uitkomst kan dit aanleiding zijn tot het uitvoeren van extra gevoeligheidsanalyses. Hier staat nadrukkelijk **kan**, want het hoeft niet te leiden tot gevoeligheidsanalyses. Wanneer uit een zwaartepuntsanalyse volgt dat een bepaald energie- of reinigingsrendement belangrijk is en naar heroverweging de conclusie is dat de gebruikte rendementen echt een goede basis hebben is variatie via gevoeligheidsanalyses niet persé nodig.

Bij een goed uitgevoerde (m)LCA ontbreken nooit zwaartepuntsanalyses en worden die expliciet besproken (zie volgende paragraaf) en wordt gemotiveerd of dit ook aanleiding is geweest voor het uitvoeren van gevoeligheidsanalyses.

6.2 Milieuanalyse en interpretatie

De beoordeling van de verschillende verwerkingsopties vindt, in het kort, plaats in drie stappen:

Stap 1: ReCiPe midpoints en endpoints:

Mogelijk komt hieruit al een duidelijke ranking naar voren. Het is lastig te zeggen wanneer sprake is van een duidelijke ranking:

- Wanneer alle meegenomen midpoint categorieën tot dezelfde conclusie leiden is het helder. Met 17 categorieën zal dat echter zelden het geval zijn.
- In andere gevallen moeten in ieder geval de midpoints die te maken hebben met ecotoxiciteit (Human toxicity [cancer], Human toxicity [non-cancer], Freshwater ecotoxicity, Terrestrial exotoxicity en Marine ecotoxicity), broeikaseffect (Global Warming) en uitputting (Mineral resources en Fossil resources) allen leiden tot dezelfde conclusie.
- Is geen van de twee voorgaande situaties aan de orde, dan kan uit de midpoints geen duidelijke ranking worden afgeleid. Nu wordt teruggevallen op de endpoints. Voorwaarde om hier conclusies aan te verbinden is dat de gevonden verschillen substantieel en significant zijn en niet ingrijpend worden beïnvloed door onzekerheden in de uitgangspunten (gevoeligheidsanalyses).

Stap 2: Single Score:

Als er op basis van de midpoints en endpoints geen duidelijke conclusies kunnen worden getrokken over welke verwerkingsroutes het best en slechtst zijn, of als de ranking onduidelijk blijft, dan kan de gewogen Single Score gebruikt worden. De resultaten moeten dan worden berekend voor alle vier de weegsets (zie paragraaf 6.5 van deze leidraad) om te zien of dit nog andere inzichten geeft. Conclusies kunnen alleen getrokken worden als de resultaten duidelijk verschillen en alle weegsets hetzelfde beeld geven.

Stap 3: Geen uitspraak mogelijk:

Wanneer ook de Single Score geen eenduidig resultaat geeft (verschillende ranking bij verschillende weegsets) dan is de conclusie dat de milieuprestaties van de verschillende verwerkingsroutes niet duidelijk van elkaar verschillen en dat de één niet hoogwaardiger is dan de ander. De ranking van het Endpoint Resources kan dan nog apart genoemd worden, als ranking voor het aspect 'behoud van grondstoffen' (kernprincipe van een circulaire economie). Die ranking geeft dan dus niet de hoogwaardigheid van de verwerkingsroutes in zijn geheel aan, maar wel een ranking op uitsluitend de circulariteit.

Daarnaast is het goed om te verklaren welke aspecten van de inventarisatie leiden tot de meeste milieuwinst/impact. Net als in een klassieke LCA is een goede zwaartepuntanalyse van grote waarde voor het inzicht in de oorzaken van milieu-impact. Dan moet dus ook worden onderzocht of er specifieke aspecten van de verwerkingsroutes zijn die niet lijken te stroken met het resultaat van de vergelijking. Dat kan duiden op fouten in de modellering. De uitgevoerde zwaartepunts- en gevoeligheidsanalyses (zie vorige paragraaf) worden daarom altijd expliciet betrokken bij de bespreking van de resultaten en het trekken van conclusies.

6.3 Niet gekarakteriseerde ingrepen

De manier waarop ingrepen (= alle emissies naar lucht, bodem en water, gebruik van energie, gebruik van grondstoffen, etc.) uiteindelijk doorwerken in het resultaat is onder meer afhankelijk van de karakterisatie. Dit bepaalt of een bepaalde emissie bijdraagt aan verzuring, vermist, klimaatverandering, etc. en in welke mate. Met het gebruik van ReCiPe als methode (zie hoofdstuk 0 van deze leidraad) doet een goed en actueel software pakket de karakterisatie automatisch en is deze gebaseerd op de laatste wetenschappelijke inzichten. In de loop der jaren zijn door de wetenschap voor enorme aantallen ingrepen karakterisatiefactoren bepaald.

Toch kan het voorkomen dat voor specifieke verbindingen die factoren nog niet zijn afgeleid. In die gevallen werkt een emissie van die verbinding niet door in het resultaat van de LCA. Het is daarom aan te raden om altijd een lijst met niet gekarakteriseerde ingrepen uit te draaien en te bezien welke het betreft en of dit de uitkomst zou kunnen beïnvloeden. Gaat het om wezenlijke ingrepen en is het niet mogelijk om in plaats hiervan met vergelijkbare wel gekarakteriseerde stoffen of stofgroepen te werken dan kan dit effect hebben op de robuustheid van de uitkomst.

Toelichting op niet gekarakteriseerde ingrepen

In de meeste gevallen zullen de niet gekarakteriseerde ingrepen bestaan uit kleine emissies die ergens in een ver achtergrondproces (emissie van transportmiddel P gebruikt bij de winning van X dat weer gebruikt wordt voor grondstof Y die wordt ingezet in de rookgasreiniging van energiecentrale Z en dus meespeelt omdat er in ons systeem ook energie wordt gebruikt). Meestal is dan evident dat de impact nihil is en soms speelt die ook nog eens bij alle te vergelijken alternatieven in een vergelijkbare mate mee.

Maar stel we vergelijken 2 processen waarbij bij de ene een aantal specifieke PFAS vooral naar het oppervlaktewater worden geëmitteerd, terwijl die in het andere proces vooral naar de lucht gaan en uitregenen naar de bodem. En stel, voor die PFAS ontbreken karakterisatiefactoren. De LCA geeft altijd een resultaat, maar de emissie van deze PFAS dragen hier in dit geval niet aan bij en dat was nu net waar het om ging. Als de meest recente wetenschappelijk inzichten onvoldoende handvatten bieden om deze PFAS alsnog te karakteriseren kan de conclusie zijn dat het instrument LCA (nog) niet bruikbaar is om deze processen te vergelijken.

6.4 Weergave van resultaten

De resultaten van de verwerkingsroutes worden berekend en in tabellen gepresenteerd op:

- het niveau van midpoint-scores, door alle milieueffecten en indicatoren uit de ReCiPe-methode inzichtelijk te maken;
- het niveau van endpoint-scores, door de drie schadecategorieën (human health, ecosystems en resources) inzichtelijk te maken;
- het niveau van een ReCiPe-single score.

Daarnaast worden de volgende indicatoren aangegeven:

- Cumulative Energy Demand (MJ), ofwel de hoeveelheid fossiele energie die verbruikt is, en
- De stortindicator (kg), ofwel de hoeveelheid materiaal die uiteindelijk gestort wordt (indien relevant).

In de rapportage wordt van alle vermeden producten en uitgespaarde energie expliciet gemotiveerd en gerapporteerd met welke achtergrondprocessen deze zijn gemodelleerd.

Bij de bespreking van de resultaten wordt expliciet ingegaan op de uitgevoerde zwaartepunts- en gevoeligheidsanalyses en de gevolgen hiervan voor de robuustheid van de conclusies. Nuances over eventuele onzekerheden en hun effect op de uitkomst van de mLCA worden helder vermeld.

6.5 Weging

Het toepassen van weegfactoren om bepaalde voorkeuren tot uitdrukking te brengen is niet ongebruikelijk in het toepassen van een LCA. Om deze zodanig te kiezen dat circulariteit beter tot uitdrukking komt is dat ook mogelijk, zolang de gemaakte keuzes transparant zijn en beargumenteerd worden. ISO-normen 14040/44 staan weging en aggregatie van scores niet toe, maar dat geldt ook voor de veel gebruikte ReCiPe single score resultaten als voor zelf aangepaste weegsets. Echter, het betekent niet dat de resultaten niet bruikbaar zouden zijn. Ze zijn bruikbaar mits goed toegelicht en op de juiste wijze gebruikt. Zo is het legitiem om een thema zwaarder te laten wegen als daar politieke consensus over is. Wel is een goede presentatie van het effect van de gemaakte keuze van belang.

Als het nodig is om te wegen, wordt in de basis de gemiddelde H/A set gehanteerd zoals weergegeven in Tabel 3, ofwel 40%, 40% en 20%. Naast deze basisset aan weegfactoren moeten bij weging ook de drie andere weegsets geanalyseerd worden om het effect van de gehanteerde weegset op de uitkomsten transparant te presenteren. Bij het hanteren van de andere weegsets moet wel rekening gehouden worden met het hanteren van de andere karakterisatiewaarden die behorende bij die afzonderlijke perspectieven.

Tabel 3: Perspectieven in de ReCiPe-methode en de bijbehorende kenmerken en weegfactoren.

Perspectief	Tijdsschaal	Tijdshorizon CO ₂ -effecten	Oplosbaarheid milieuprobleem	Benodigd bewijs milieueffect	Human Health	Ecosystems	Resources
Basis (gemiddelde H/A)					40%	40%	20%
Individualist (I/I)	Korte termijn	20 jaar	Technologie kan problemen voorkomen	Alleen bewezen effecten	55%	25%	20%
Hierarchist (H/H)	Balans korte en lange termijn	100 jaar	Het juiste beleid kan problemen voorkomen	Gebaseerd op consensus	30%	40%	30%
Egalitarian (E/E)	Zeer lange termijn	500 jaar	Problemen kunnen tot catastrofe leiden	Alle mogelijke effecten	30%	50%	20%

7. Er is meer dan een (m)LCA

Een (m)LCA is een krachtig instrument om de milieubelasting van een systeem te bepalen en te kunnen vergelijken met alternatieve systemen. Groot voordeel is daarbij dat de milieu-impact van allerlei emissies is gebaseerd op wetenschappelijke kennis over effecten, verspreiding en afbraak. Voor het nemen van besluiten of het maken van beleidskeuzes is echter van belang dat u zich ervan bewust bent dat een LCA niet overal antwoord op geeft en niet als enige onderbouwing gebruikt moet worden.

7.1 LCA is geen risicoanalyse

Soms is niet zeker hoe een materiaal of product zich op de langere termijn gaat gedragen (blijven verontreinigingen de komende decennia net zo goed gebonden als op het moment dat een immobilisaat wordt geproduceerd bijvoorbeeld) of hoe een product of materiaal na een eerste levenscyclus wordt verwerkt en weer toegepast en of dat niet heel andere risico's voor milieu en volksgezondheid zou kunnen opleveren. Het uitvoeren van een LCA geeft geen antwoord op de vraag of die risico's groot of klein zijn en op welke manier die risico's te beperken.

In dit soort gevallen spelen andere zaken een rol bij de besluitvorming, zoals bijvoorbeeld in hoeverre bepaalde risico's genomen willen worden.

Toelichting op LCA en risico's

In een aantal gevallen kan een LCA wel een hulpmiddel zijn bij een risicoanalyse. Het is mogelijk om een best-case en een worst-case van een bepaald risico met een LCA te vergelijken. Hieruit kan een indicatie volgen of het betreffende risico inderdaad een substantiële invloed heeft op de uitkomst van de vergelijking. Op deze manier geeft de LCA wel inzicht in de vraag of een bepaald risico in relatie tot wel bekende milieu-impacts een relatief groot of klein effect heeft op de milieuscore. De LCA geeft echter geen antwoord op de vraag hoe groot de kans is dat het worst-case scenario daadwerkelijk gaat optreden en ook niet op de vraag of we een risico – bijvoorbeeld op het optreden van toxische emissie – sowieso wel willen nemen omdat daar een zekere winst op andere milieuthema's tegenover staat.

7.2 Niet alles wat belangrijk kan zijn zit even goed in een LCA

Naast risico's op toekomstige emissies zijn er ook andere zaken die we mogelijk belangrijk vinden maar die niet makkelijk in een LCA meegenomen kunnen worden. Zie enkele voorbeelden in onderstaand kader. Dit hoeft geen reden te zijn om geen LCA te doen. Het illustreert wel dat men bij het invoeren van een LCA altijd bedenkt welke relevante aspecten niet of niet goed zijn te kwantificeren en vertalen naar LCA-thema's. Bij de presentatie van de resultaten moet altijd expliciet te worden gewezen op aspecten die mogelijk wel relevant zijn, maar niet in de analyse zijn meegenomen. Zie het kader voor een nadere toelichting.

Aspecten die niet (goed) in een LCA meegenomen worden

1. Aan compost worden naast het toevoegen van nutriënten en de directe winst op vermijden van winning van een reeks aan positieve eigenschappen toegedacht die zich niet goed in kwantitatieve zin laten vertalen in een LCA. Voorbeelden (niet limitatief) zijn neutraliserend effect op de bodem, verbetering bodemstructuur, verhoging gehalte stabiele organische stof, ondersteuning ziekteweerbaarheid van de planten, etc. Hoe goed de LCA ook wordt uitgevoerd, de positieve waarde van een route die compost oplevert wordt hierdoor altijd onderschat.
2. Een ander voorbeeld is eeuwigdurende nazorg bij storten. Ook hier zijn risico's of nadelen denkbaar die zich niet altijd even makkelijk laten kwantificeren, maar voor de besluitvorming wel relevant kunnen zijn.

7.3 Aspecten naast de LCA

Een LCA is een krachtig instrument om de milieuaspecten tegen elkaar af te zetten, maar bij besluitvorming over beleid, vaststellen van minimumstandaarden, etc. spelen ook andere aspecten een rol.

Enkele voorbeelden zijn:

- Een alternatief kan milieuhygiënisch het beste scoren, maar het is wel relevant te weten dat die variant veel duurder is of dat er op dit moment nog niet voldoende capaciteit aanwezig is.
- Relevant bij een eventuele ophoging van een minimumstandaard is of er daardoor niet veel afval naar het buitenland gaat om daar alsnog op het oude minder hoogwaardige niveau te worden verwerkt. Hoe goed de nieuwe techniek ook scoort in de LCA, in dit geval helpen we met verhoging van de minimumstandaard het milieu niet vooruit en verslechteren wel de concurrentiepositie van de eigen verwerkingsindustrie.
- Sociale aspecten zijn soms ook relevant, maar zitten niet in een reguliere LCA.

Het is dus altijd van belang om bij beslissingen meerdere aspecten mee te wegen. In de transitie naar een circulaire economie is de bijdrage van een alternatief aan de realisatie van gesloten grondstofketens een belangrijk onderdeel en hiervoor kan een mLCA een goed hulpmiddel zijn. Er spelen echter vrijwel altijd ook andere aspecten een rol dus de uitkomst van een mLCA moet nooit dogmatisch als enige worden gebruikt om besluiten te nemen.