

## **GRONDSTOFFENEFFICIENCY**

### **ONTWIKKELEN VAN EEN PRESTATIEBEPALING OP BASIS VAN DE BEPALINGSMETHODE MILIEUPRESTATIE GEBOUWEN EN GWW-WERKEN**

In opdracht van Stichting Bouwkwiteit

Eindrapport (inclusief praktijktoets), 8 november 2017

Harry van Ewijk (SGS Search)  
Jeannette Levels en René Kraaijenbrink (LBP|SIGHT)

De begeleidingscommissie bestond uit:

	<b>Materialagroep</b>	<b>Namens</b>	<b>Persoon</b>
<b>1</b>	Metaal	Koninklijke Metaalunie	Peter v.d. Mars
<b>2</b>	Beton	Betonakkoord	Mark Spetter
<b>3</b>	Kunststof	NRK Bouw	Roger Loop
<b>4</b>	Hout	NBvT	Monique Fledderman
<b>5</b>	Glas	Bouwend Nederland, vakgroep GBO	Cor Wittekoek
<b>6</b>	Thermische isolatie	NII MWA	Stefan de Beule Pieter van Laere
<b>7</b>	Biobased material	Agrodome	Fred v.d. Burgh
<b>8</b>	Recycling en hergebruik	FHG	Ton Holtkamp
<b>9</b>	Overheid	Rijkswaterstaat	Evert Schut
<b>10</b>	Liaison CEN TC 350	NEN	Taco van v.d. Broek*

\* tot en met mei 2017

Contactpersoon Stichting Bouwkwaliiteit: Piet van Luijk

Uitvoerder SGS: Harry van Ewijk

Uitvoerders LBP|SIGHT: Jeannette Levels en René Kraaijenbrink

# INHOUD

<b>1. DOELSTELLING EN ONDERZOEKSAANPAK</b>	<b>5</b>
1.1. Inleiding	5
1.2. Doelstelling	5
1.3. Aanpak onderzoek	5
<b>2. BUREAUSTUDIE</b>	<b>6</b>
2.1. Module D	6
2.2. Vervolg op eerder project	7
2.3. Al (of binnenkort) geïmplementeerd	7
2.4. Overige ontwikkelingen	8
2.5. Werkdefinitie voor circulair bouwen	8
2.6. Uitgangspunten voor de begeleidingscommissie	9
2.7. Aandachtpunten bij modules EN15804	10
2.8. Vragen aan de begeleidingscommissie	10
<b>3. STAKEHOLDERGESPREKKEN</b>	<b>14</b>
3.1. Aandachts- en uitgangspunten bij dit project	14
3.2. Over declareren milieuvoordeel	14
3.3. Over declareren grondstoffenefficiency	15
3.4. Vermeden productie	15
3.5. Overige aanbevelingen uit eerdere Module D project?	15
<b>4. PRAKTIJKTOETS</b>	<b>16</b>
4.1. Doelstelling	16
4.2. Scope praktijktoets	16
4.3. Resultaten praktijktoets	17
4.3.1. Systeemafbakening	18
4.3.2. Massabalans productsysteem en module D credits	20
4.3.3. Milieuparameters en circulariteit	24
<b>5. VOORSTEL AANPASSING BEPALINGSMETHODE</b>	<b>26</b>
5.1. Termen en definities (paragraaf 2.3)	26
5.2. Systeemgrenzen (paragraaf 2.6.3.4)	27
5.3. Selectie van data (paragraaf 2.6.3.6)	28
5.4. Allocatie input stromen + output emissies (paragraaf 2.6.4.3)	30
5.5. Basisprofielen, productkaarten en itemkaarten (paragraaf 2.8.2.2)	30
5.6. Milieukengetallen (paragraaf 3.6) en Rekenregels (paragraaf 3.7)	30

<b>BIJLAGE I</b> STAKEHOLDER GESPREKKEN: ALGEMENE OPMERKINGEN	31
<b>BIJLAGE II</b> PRAKTIJKTOETS STAAL	33
<b>BIJLAGE III</b> PRAKTIJKTOETS CEMENT – CEM III & BETON	39
<b>BIJLAGE IV</b> PRAKTIJKTOETS HOUT	48
<b>BIJLAGE V</b> PRAKTIJKTOETS VLAKGLAS – GLASWOL	53
<b>BIJLAGE VI</b> PRAKTIJKTOETS ASFALT	60

# 1. DOELSTELLING EN ONDERZOEKSAANPAK

## 1.1. Inleiding

Tegen de achtergrond van vele initiatieven op het gebied van circulair bouwen is er behoefte aan het kwantificeren van die prestatie. Reeds geruime tijd beschikken we in Nederland over een stelsel met een “Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken” en een Nationale Milieudatabase (NMD) die zich er in principe al goed voor lenen om uitspraak te doen over het hogere doel dat wordt nagestreefd met circulair bouwen, minder gebruik van schaarse grondstoffen en minder emissies van milieu-verontreinigende stoffen.

## 1.2. Doelstelling

Het hoofddoel van dit project is om, op basis van de ‘Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken’, het LCA-kwaliteitsaspect grondstoffenefficiency (recycling and re-use) als een zelfstandige prestatie te kunnen declareren.

Daarbij is het van belang dat de NMD in overeenstemming is met de bepalingmethode en dus ook met de EN 15804 waarop de bepalingmethode is gebaseerd en met de onlosmakelijk verbonden rekenregels die de instrumenten gebruiken om de prestatie op bouwwerkniveau te berekenen.

Het beoogde resultaat van dit project is een analyse en een rudimentair model om het LCA-kwaliteitsaspect grondstoffenefficiency (recycling and re-use) op basis van de ‘Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken’ (en NMD) als een zelfstandige prestatie te kunnen declareren.

## 1.3. Aanpak onderzoek

De aanpak van het onderzoek is hieronder schematisch weergegeven.

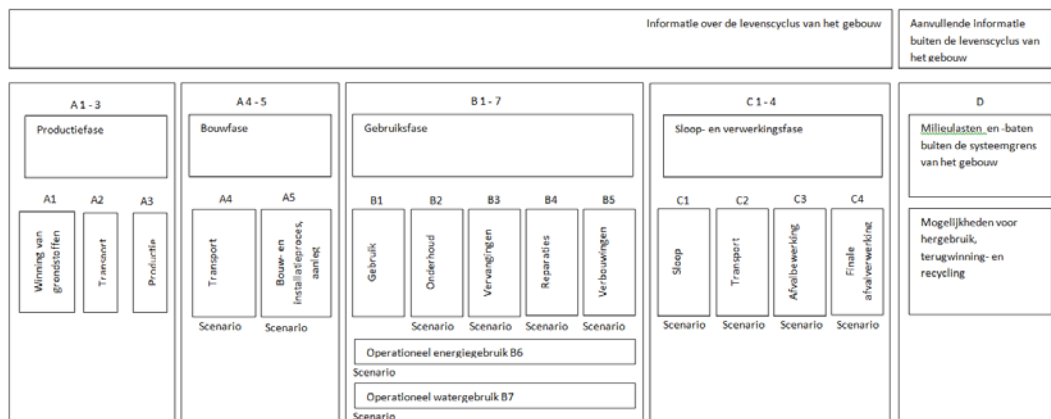


De verschillende stappen zijn beschreven in de volgende hoofdstukken van dit rapport. De praktijktoets was vooraf niet voorzien en is gedurende het project in overleg met de begeleidingscommissie aan het project toegevoegd. Deze rapportage is de weerslag van het project inclusief praktijktoets.

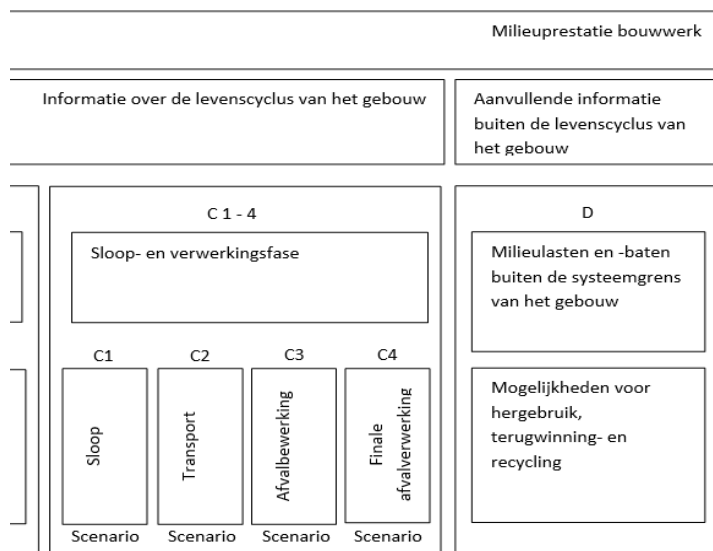
## 2. BUREAUSTUDIE

### 2.1. Module D

'Module D' speelt een belangrijke rol in dit onderzoek. Het heeft betrekking op een module in EN 15804, de Europese norm die gaat over de op LCA gebaseerde milieuverklaringen van bouwproducten, waarin de milieubelasting en -voordelen van recycling en hergebruik zichtbaar worden. Zie onderstaande figuur voor het complete overzicht van alle EN 15804 modules en submodules A t/m D.



De analyse richt zich op de LCA-milieudata die in de Nationale Milieudatabase noodzakelijk zijn om een aparte declaratie van modules, voor verwerkingsfase na sloop, mogelijk te maken: hergebruik, terugwinning en recycling (C3, C4 en D uit de EN 15804; zie onderstaande figuur).



Al voor de start van het onderzoek bleek ook het beschouwen van winning van grondstoffen (module A1) noodzakelijk. Zie ook onder 2.2 en 2.8.2.

## 2.2. Vervolg op eerder project

Het huidige project bouwt deels voort op het rapport Milieuprestatiebepaling van recycling en hergebruik van bouwmaterialen, een voorstel voor verbeteringen bij de implementatie van Module D in de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken, om deze verder geschikt te maken voor recycling en hergebruik. [Utrecht Sustainability Institute – maart 2015]. Daarin is een aantal aanbevelingen geformuleerd om, passend binnen het Nederlandse systeem van beoordeling op gebouwniveau, Module D verder geschikt te maken voor het vaststellen van de milieukosten en –baten van recycling en hergebruik.

De aanbevelingen waren:

1. Aparte declaratie van Module D binnen de NL Bepalingsmethode.
2. Het overnemen van de end-of-waste benadering uit EN 15804 in de NL Bepalingsmethode.
3. Het invoeren van een controle op dubbeltelling bij koppeling tussen Modules D en A.
4. Het opstellen van een 'Nationale Bijlage' bij de Europese norm EN 15804.
5. Het vastleggen van biogeen koolstof en het vrijkomen ervan behoeven meer aandacht (dit kan door middel van een massabalans en is in het bijzonder relevant voor hout en biobased bouwmaterialen).
6. Het maken van afspraken over de vervangen energiemix bij verbranding met energierugwinning.
7. Het op een vaste manier opnemen van de uitgangspunten voor allocatie en systeemgrenzen in Bijlage H van de NL Bepalingsmethode, door een extra informatieveld.
8. Het opnieuw ter discussie stellen van het niet vermijden van milieu-impact door houtrecycling.

Omdat enkele van deze aanbevelingen al wel waren opgevolgd, maar nog niet verwerkt in de bepalingmethode, ontkwamen we er niet aan ze te benoemen in dit onderzoek.

## 2.3. AI (of binnenkort) geïmplementeerd

Module D moet apart gedeclareerd worden conform EN 15804. De versie 2014 van de bepalingmethode voorziet hier voor het EPD-dossier reeds in<sup>1</sup>, waarmee aanbeveling 1 uit paragraaf 2.2 is opgevolgd, maar de NMD loopt hierop nog achter: "Afvvalverwerking" omvat in de database en het huidige aanleverformat (versie 2.1) voor basisprofielen "C3 (+ C1, C4 en/of D)". Zie voor oplossingsuggesties verder onder 2.8.1.

Naast aanbeveling 1 is ook aanbeveling 6 (energiemix bij verbranding met energierugwinning) intussen verder uitgewerkt en opgenomen in het "Wijzigingsblad Bepalingsmethode versie 2.0" van 1 juni 2017 betrekking hebbend "Onder paragraaf 2.6.3.6 - Verbranding in een afvalenergiecentrale (AEC) (pagina 18)".

Zie <http://www.vlca.nl/category/nieuws/> voor nadere toelichting.

---

<sup>1</sup> [NL Bepalingsmethode, §2.7.2.2, Regels voor het declareren van LCA-informatie per module: "EN 15804 is van toepassing"]

De essentie is dat vermeden elektriciteitsproductie voortaan wordt gewaardeerd, gebaseerd op “vastgesteld beleid” en het referentiejaar 2030, in plaats van op de huidige productiemix. Ook in de processendatabase van de NMD is dit doorgevoerd (bij afvalverbrandingsprocessen wordt “Electricity, high voltage {NL}| market for | Alloc Rec, U MIX 2030 o.b.v. VASTGESTELD BELEID” vermeden).

#### 2.4. Overige ontwikkelingen

Het project wordt uitgevoerd tegen de achtergrond van de volgende recente publicaties en ontwikkelingen:

- a) Rijksbrede programma Circulaire Economie, bijlage Nederland circulair in 2050, paragraaf 5.4 “Bouw”.
- b) Grondstoffenakkoord van 24 januari 2017, waarbinnen in het eerste half jaar van 2017 een Transitieagenda’s ‘Bouw’ wordt opgesteld.
- c) Wijziging van het mandaat M/350 aan CEN, waaronder EN 15804 en EN 15978 vallen onder de ontwikkeling van horizontale gestandaardiseerde methodes voor de beoordeling van de integrale milieuprestatie van een gebouw. Deze omvat onder meer ontwikkeling van een formule voor einde levensduur (modules A, C, en D) waarbij een nauwkeurige terminologie wordt toegepast, voor zover mogelijk consistent met de ervaringen uit de PEF-pilots.

Tijdens het project zijn daar onder meer nog bijgekomen:

- d) Discussion paper “Input to the European Commission from European EPAs about monitoring progress of the transition towards a circular economy in the European Union”, European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network) - Interest group on Green and Circular Economy, mei 2017.
- e) Een werkdocument binnen een vanuit Duitsland geïnitieerd onderzoeksproject “Resource efficient buildings - EPD for construction products: dismantling and recycling information (Module C and D) including hazardous substances” [Schmincke, et al.] als onderdeel van een oproep voor deelname aan een workshop op 22 juni 2017.
- f) Working draft EN 15 804 prA2 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products, CEN-TC350, 11 september 2017. Dit herzieningsvoorstel bevat de harmonisatie met de PEF (zie onder c).

#### 2.5. Werkdefinitie voor circulair bouwen

Dit project wordt uitgevoerd tegen diverse ‘circulair bouwen’ achtergronden. In het project wordt de volgende werkdefinitie voor circulair bouwen aangehouden:

- a) gebaseerd op een gesloten kringloop waarbij de inzet van nieuwe grondstoffen wordt vermeden door producten, componenten en materialen, met behoud van zo hoog mogelijke functionaliteit en waarde, opnieuw in te zetten;
- b) waarbij zo veel mogelijk gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare grondstoffen; en
- c) resulterend in een flexibel in te zetten bouwwerk met de kernwaarde ‘gebruik’ in plaats van ‘verbruik’ als uitgangspunt.

Dit project richt zich dan op de onderwerpen genoemd onder a) en b) om vooral de daarbij resulterende milieueffecten te kunnen kwantificeren.



## 2.6. Uitgangspunten voor de begeleidingscommissie

Zoals de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken' (2014) EN 15804 als uitgangspunt heeft, is dat ook het geval bij het ontwikkelen van een bepalingmethode van het LCA-kwaliteitsaspect 'grondstoffenefficiency'.

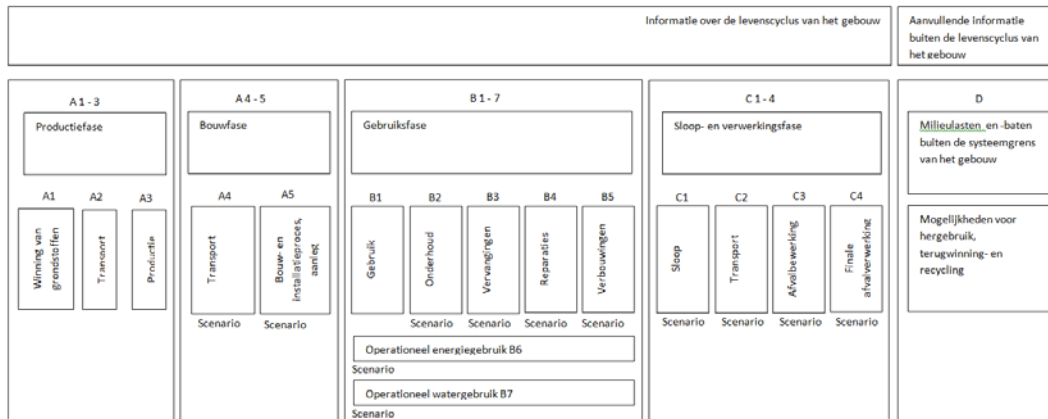
Omdat EN 15804 (Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten) op bouwproductniveau aangrijpt zullen de voor circulariteit relevante gebouwenmerken, die dat niveau te boven gaan, zoals aanpasbaarheid op grond waarvan een langere bouwwerklevensduur mag worden verwacht, veelal buiten de scope van dit project vallen. Daar waar dergelijke gebouwenmerken tijdens het project naar voren kwamen zijn deze wel vastgelegd.

Ondanks dat elementen van een Multi Cyclus Analyse (MCA; ook wel mLCA) al geruime tijd worden gebruikt in enkele van de huidige milieuverklaringen ten behoeve van de Nationale Milieudatabase (NMD), voldoet deze werkwijze niet steeds aan de actuele EN 15804. Verder is er vooral over Module D binnen de EN 15804 in Europa discussie. Dan gaat het niet alleen over het 'optioneel zijn' ervan, maar ook over de veel minder goed gedefinieerde criteria ter bepaling ervan. Wanneer we MCA/mLCA een goed idee vinden dan kan dit het best goed onderbouwd worden ingebracht bij de normcommissie 351 281 'Duurzaamheid van Bouwwerken', waaronder EN 15804 valt.

EN 15804 bevat al 'grondstoffenefficiency indicatoren' die momenteel in het kader van de Bepalingsmethode niet worden gebruikt. Omdat deze indicatoren niet direct wat zeggen over de milieuprestatie zijn ze niet populair bij LCA-experts. In het kader van het ontwikkelen van een prestatiebepaling LCA-kwaliteitsaspect grondstoffenefficiency zijn deze indicatoren nadrukkelijk beschouwd. Het betreft vooral components for re-use (kg) en materials for recycling (kg).

Alhoewel het voor grondstoffenefficiency essentieel is dat bij een gebouwontwerp rekening wordt gehouden met aspecten als circulariteit, modulair bouwen en adaptatie aan andere gebouwfuncties gedurende de levensduur van een gebouw, konden deze aspecten maar zeer deels worden meegenomen in dit project. Dat betekent niet dat deze aspecten niet (kunnen) worden gewaardeerd op basis van de bepalingmethode, integendeel. De insteek is echter net als bij de EN 15804 het productniveau waarop een leverancier de prestatie van zijn product declareert. De specifieke voorwaarden op gebouwniveau vallen buiten het kader van dit onderzoek, maar de resultaten op gebouwniveau kunnen wel gedeclareerd worden met behulp van de uitkomsten van deze studie.

## 2.7. Aandachtpunten bij modules EN15804

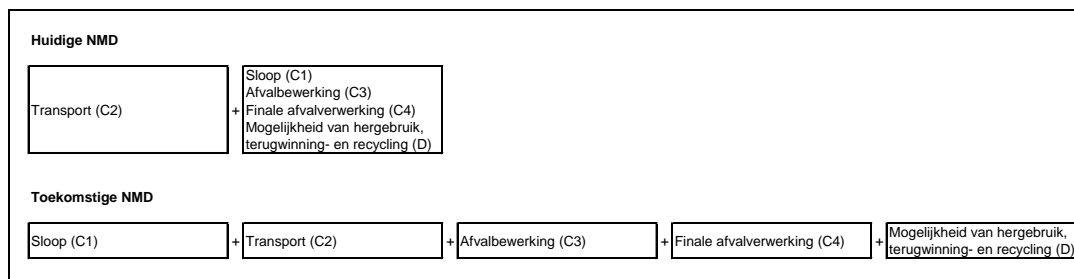


- A1-3: Productiefase;
  - A1, winning van grondstoffen (ook secundaire) en productie halffabricaten.
- A4-5: Bouwfase (buiten het kader van dit project).
- B1-7: Gebruiksfasen:
  - bevat ook Productiefase en Verwerkingsfase van alle producten die worden vervangen in B3.
- C1-4: Sloop- en verwerkingsfase
  - bevat alle processen totdat 'einde-afval' status is bereikt
- D: Milieulasten en -baten buiten de systeemgrens:
  - milieuwinst (of -verlies) door producthergebruik / recyclen;
  - systeemuuitbreiding is alleen hier toegestaan (niet in Module A t/m C)

## 2.8. Vragen aan de begeleidingscommissie

### 2.8.1. Apart declareren C3, C4 en D uit de EN 15804

Apart declareren van C3, C4 en D moet nu al volgens de Bepalingsmethode. Het SBK aanleverformat is aangepast (voorstel juli 2017<sup>2</sup>) en hoeft alleen nog maar door SBK gepubliceerd en geïmplementeerd te worden, zodat de data correct in submodules wordt aangeleverd bij SBK. De figuur hieronder schetst de oude en nieuwe situatie:



<sup>2</sup> De EN 15804 indicatoren waarvan in dit onderzoek (zie verderop) wordt voorgesteld ze aanvullend onverkort op te nemen zijn nog niet in dit aanleverformat verwerkt. Een dergelijke aanpassing is echter eenvoudig door te voeren.

De NMD moet databasetechnisch nog wel geschikt worden gemaakt voor de opname van alle submodules. De database is nu gevuld met data waarbij “C3 (+ C1, C4 en/of D)” zijn opgeteld.

Voor categorie 3 data kan dit relatief eenvoudig worden omgezet, maar het lijkt ondoenlijk om voor de nu aanwezige categorie 1 en 2 data op basis van de oorspronkelijke rapporten alsnog tot de juiste waarden voor de submodules te komen.

Er zijn 2 manieren om hier voor de categorie 1 en 2 data mee om te gaan:

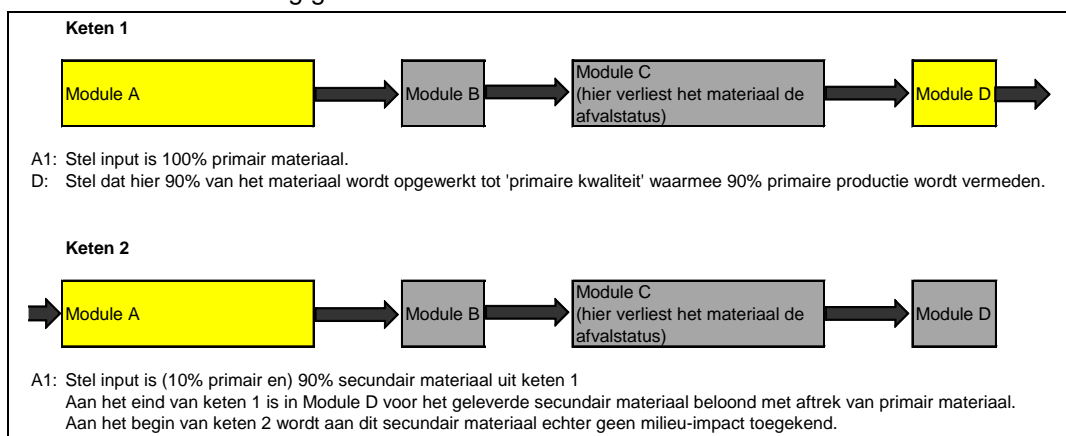
1. Voor C1, C3, C4 en D worden nieuwe velden aan de database toegevoegd (de bestaande worden gehandhaafd).
2. Van de nu aanwezige categorie 1 en 2 data, “C3 (+ C1, C4 en/of D)”, worden alle ‘+ waarden’ (milieubelasting) opgenomen onder module C3 en alle ‘- waarden’ (vermeden milieubelasting) onder module D; module C1 en C4 worden voor die profielen dan op “0” gesteld.

### 2.8.2. Moet A1 uit de EN 15804 nader worden beschouwd?

Onder module D staat in de Bepalingsmethode: “Er mag nooit meer primair materiaal worden afgetrokken dan de hoeveelheid primair materiaal die gebruikt wordt in het productsysteem.” Dit om te voorkomen dat door het gebruik van een product het resultaat per saldo vermeden milieu-impact is. Daarmee is er een link tussen module D en module A1.

Iets anders is dat in module A1 recycleert, dat de afvalstatus heeft verloren, ‘voor niets’ (vrij van milieu-impact) het systeem inkomt – in ieder geval bij gebruik van de Ecoinvent database zoals voorgeschreven in de bepalingmethode (ecoinvent 2.2 of “ecoinvent 3 allocation, recycled content”). Daarmee kan in module D vermeden milieu-impact worden toegekend aan recycleert, terwijl aan datzelfde recycleert in module A1 van de erop volgende keten helemaal geen milieu-impact hoeft te worden toegerekend.

Onderstaande afbeelding geeft dit weer:



Methodisch lijkt dit niet juist, al zou het belonen van secundair materiaal in module A recycling niet belonen / bevorderen. Het belangrijkste vindt ook de begeleidingscommissie dat het totaal van de milieu-impact klopt en dat de spelregels voor iedereen helder zijn. Creatief boekhouden moet worden vermeden.

### 2.8.3. Andere indicatoren uit EN 15804

Components for re-use (kg) en materials for recycling (kg) werden vooruitlopend op dit project al geopperd.

EN 15804 "7.2.3 Parameters describing environmental impacts" zijn ook allen opgenomen in de Bepalingsmethode en NMD. EN 15804 "7.2.4 Parameters describing resource use" en "7.2.5 Other environmental information describing different waste categories and output flows" zijn ook volledig overgenomen door de Bepalingsmethode, maar daaraan wordt toegevoegd:

"Voor de EPD's waarvan de milieu-informatie als basisprofielen wordt opgenomen in de Nationale Milieudatabase is een selectie van de parameters uit tabel 2.1, 2.2 en 2.3 vereist".

In dit kader is elke parameter uit de EN 15804 opnieuw beoordeeld op de eventuele waarde.

Tabel 2.1. Parameters die gebruik van grondstoffen beschrijven

Parameter	Eenheid
Gebruik van hernieuwbare primaire energie exclusief hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
Gebruik van hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
Totaal gebruik van hernieuwbare primaire energie (hernieuwbare primaire energie en hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen)	MJ, netto calorische waarde
Gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie exclusief niet hernieuwbare energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
Gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen	MJ, netto calorische waarde
Totaal gebruik van niet-hernieuwbare primaire energie (niet-hernieuwbare primaire energie en niet-hernieuwbare primaire energie gebruikt als materialen)	MJ, netto calorische waarde
Gebruik van secundaire materialen	Kg
Gebruik van hernieuwbare secundaire brandstoffen	MJ, netto calorische waarde
Gebruik van niet-hernieuwbare secundaire brandstoffen	MJ, netto calorische waarde
Netto gebruik van zoet water	M <sup>3</sup>

In afwijking van de EN 15804 worden kg gevaarlijk afval en kg radioactief afval opgeteld en gerapporteerd als kg gevaarlijk afval.

Tabel 2.2 Andere milieu-informatie: afvalcategorieën

Parameter	Eenheid
Gevaarlijk afval	Kg
Niet-gevaarlijk afval	Kg

Tabel 2.3. Andere milieu-informatie: output stromen

Parameter	Eenheid
Materialen voor hergebruik	Kg
Materialen voor recycling	Kg
Materialen voor energie	Kg
Geëxporteerde energie	MJ per energiedrager

Zoals eerder beschreven zeggen deze indicatoren niet direct wat over de milieuprestatie en staat de wenselijkheid van het gebruik van deze indicatoren voor een uitspraak over grondstoffenefficiency ter discussie. Met een focus op Module C en D liggen in dat geval tabel 2.2 en 2.3 voor de hand.

Gebruik van hernieuwbare grondstoffen, anders dan voor energieopwekking (dus in kg), wordt door een deel van de begeleidingscommissie gemist als indicator. Deze ontbreekt in de EN 15804.

### 3. STAKEHOLDERGESPREKKEN

Het resultaat van de bureaustudie (zie hoofdstuk 2) leidde tot een startnotitie:

“Ontwikkelen prestatiebepaling LCA-kwaliteitsaspect grondstoffenefficiency - Uitwerking aparte declaratie van modules C3, C4 en D uit de EN 15804” van 23 maart 2017.

Om de resultaten te toetsen bij belanghebbende organisaties zijn met alle leden van de begeleidingscommissie individueel gesprekken gevoerd. De hoofdvragen waren daarbij: welke inhoudelijke reacties en inzichten hebben zij en waar liggen belangen? Deze interviews zijn in persoon afgenomen vanuit de veronderstelling dat dit meer oplevert dan telefonisch of per e-mail.

Uit de één op één interviews, gehouden aan de hand van de startnotitie, kwamen vele opmerkingen naar voren. De meer algemene opmerkingen, ‘over de methode’, ‘Praktisch’ en ‘Materiaalspecifiek’, die niet direct in het kader van dit project passen maar wel waardevol zijn, zijn opgenomen in bijlage I.

Hieronder zijn de, algemene en meer specifieke, opmerkingen opgenomen die een directe relatie hebben tot dit project.

#### 3.1. Aandachts- en uitgangspunten bij dit project

- Begin met de reden waarom we dit doen: grondstoffenschaarste, klimaat, milieu-impact.
- Nieuwe regels leiden tot een aanpassing van de methode die ook gevolgd moet worden. Benoem dat expliciet!
- Binnen huidige kaders (grotendeels): nadere specificatie.
- Impact op gebouwberekeningen aangeven bij resultaat. (Oude en nieuwe door elkaar: is dat een probleem?)
- De Bepalingsmethode zal zoveel mogelijk verwijzen naar (bepalings)methoden, zoals voor levensduur.

#### 3.2. Over declareren milieuvoordeel

- “De totale milieu-impact moet kloppen!”:
  - controle op dubbeltelling D en A is wezenlijk;
  - binnen een EPD (‘closed loop’), maar ook;
  - ‘open loop’ zoals bij hoogovenstaal en -cement / beton (waar zitten er meer issues tussen materiaalketens?) Ken geen voordeel toe dat ergens anders niet wordt toegerekend;
  - (NMD) Ecoinvent rekent inzet recycelaat in A niet;
  - ook als kenmerken circulaire economie eventueel zwaarder worden gewaardeerd
- Declaratie op basis van aantoonbare scenario’s.
- PEF: 50%/50% voordeel voortbrengend/afnemend systeem:
  - geeft geen inzicht;
  - gebruik maken van reststof wordt niet beloond, niet gestimuleerd.

### 3.3. Over declareren grondstoffenefficiency

De begeleidingscommissie zegt over het declareren van grondstoffenefficiency: indicatoren zijn informatief, als extra info naast impact. Ze hebben als voordeel dat ze zijn genormaliseerd / gedefinieerd. Vooral tabel 2.3 is bruikbaar. Maar het zegt, evenals percentages (ten opzichte van totale massa), niet zoveel over milieu-impact.

### 3.4. Vermeden productie

Er zijn situaties waarin het LCA-principe, om bij onzekerheid milieu-impact te overschatten, averechts werkt. Dat geldt bijvoorbeeld wanneer een dergelijk overschat productieproces wordt vermeden en ook wanneer de 30% toeslag, die geldt voor categorie-3-data, wordt toegepast over vermeden productie. Dergelijke situaties kunnen worden voorkomen door in de Bepalingsmethode LCA-opstellers daarop expliciet te wijzen en door de rekenregels zo aan te passen dat wanneer het een negatieve waarde betreft de 30% niet wordt toegepast. Een soortgelijk voorbeeld is dat bij vermeden productie niet ook het (volledige) transport wordt vermeden. Dat geldt voor materialen, maar ook voor bijvoorbeeld elektriciteit: de productie wordt uitgespaard maar niet het nettransport en de daarbij horende netverliezen. De begeleidingscommissie vindt dat de verbetering zo spoedig mogelijk moet worden doorgevoerd.

### 3.5. Overige aanbevelingen uit eerdere Module D project?

Aanbeveling 1, 2, 3 en 6 uit het eerdere Module D project zijn al opgevolgd.

Dan blijven over:

4. Het opstellen van een 'nationale bijlage' bij de Europese norm EN 15804:  
**Voorstel:** binnen dit project geen aandacht aan besteden. Dus nu geen nationale bijlage, maar herziening EN 15804 afwachten.
5. Het vastleggen van biogeen koolstof en het vrijkomen ervan behoeven meer aandacht (dit kan door middel van een massabalans en is in het bijzonder relevant voor hout en biobased bouwmaterialen):  
**Voorstel:** parkeren (in dit kader niet uitwerken).
7. Het op een vaste manier opnemen van de uitgangspunten voor allocatie en systeemgrenzen in Bijlage H van de NL Bepalingsmethode, middels een extra informatieveld:  
**Voorstel:** in gedachten houden (aan einde van dit project beoordelen).
8. Het opnieuw ter discussie stellen van het niet vermijden van milieu-impact door houtrecycling. Zie voor details paragraaf 3.3.6 Hout [Utrecht Sustainability Institute – maart 2015]:  
**Voorstel:** nu niet specifiek aandacht aan geven (dit kwam terug in de praktijktoets hout; zie bijlage IV).

## 4. PRAKTIJKTOETS

### 4.1. Doelstelling

In deze praktijktoets is geanalyseerd hoe de resultaten uit de bureaustudie zoals opgenomen in hoofdstuk 2 werken, wat de uitwerking ervan is en welke aspecten mogelijk nog aan het resultaat moeten worden toegevoegd.

### 4.2. Scope praktijktoets

De praktijktoets is uitgewerkt in 5 deelaspecten die in deze paragraaf nader worden toegelicht. Deze deelaspecten vormen de scope van de praktijktoets zoals uitgevoerd.

#### 1. **Uitwerken systeemafbakening: Definiëren van de systeemgrenzen einde-afval fase**

In de productfase (module A1-3) worden de systeemgrenzen bepaald voor wat betreft de herkomst en toepassing van grondstoffen als inputstromen. De milieulasten van secundaire grondstoffen zijn, conform de EN 15804, tot aan het moment van de einde-afvalfase reeds volledig toegekend aan het voorgaande productsysteem. Zodoende zijn deze in het productsysteem, waarin ze gebruikt worden, vrij van enige milieubelasting, toepasbaar.

Met betrekking tot de outputstromen, schrijft de modulaire opzet van de EN 15804 voor, dat afval wat ontstaan is in de verschillende levensfasen, binnen de betreffende module, volledig beschouwd moeten worden, tot het moment dat de einde-afvalfase is bereikt of tot dat het afval is verbrand of gestort. Indien een materiaal of grondstof de productfase (module A) verlaat aan de einde-afvalfase of bij het verlaten al een positieve marktwaarde heeft (waarmee omzet gegenereerd wordt) dan moeten deze als co-producten gealloceerd worden.

Voor een juiste toepassing van de module D-credits is het dan ook van belang dat de herkomst van de grondstoffen van een product volledig in kaart zijn gebracht.

#### 2. **Uitwerken massabalans *module A – module C***

In module D kunnen vermeden lasten buiten de systeemgrenzen om gedeclareerd worden. Hiertoe is het wel van belang dat duidelijk is hoe de initiële input van het productsysteem zich verhoudt tot de output van het systeem. Om dit te beschouwen wordt voor de eenduidigheid enkel gekeken naar de verschillen tussen de input in module A en output in module C. Module B wordt in het kader van deze praktijktoets buiten beschouwing gelaten. Op basis van de verschillende input- en outputstromen kunnen de module D-credits bepaald worden.



Ook is van belang op welk moment in de productiefase de primaire en secundaire stromen bij elkaar komen (indien er sprake is van een productiemix) of wanneer er geen verschil meer is tussen hoe een primaire of secundaire stroom wordt toegepast. Dit moment bepaalt namelijk het proces dat wordt vermeden door de secundaire stroom en geeft invulling aan de module D-credits.

### **3. Uitwerken vermeden productie uitgesplitst per module**

Module D beschrijft “baten en lasten voorbij de systeemgrenzen van het huidige productsysteem”. Traditioneel gezien is dit een methode waarmee primaire productie wordt gecompenseerd voor de waarde die producten nog hebben in het daaropvolgende productsysteem. Als we deze -lijn van redentatie strikt volgen dan betekent dit dat indien een productsysteem gebruik maakt van enkel secundair materiaal (zonder toegekende milieu-impact) en deze op zodanige wijze verspilt dat recycling of hergebruik niet meer mogelijk is deze “verliezen” een last zijn in het hierop volgende productsysteem. Het declareren van deze lasten is noodzakelijk om een omissie van milieueffecten over meerdere productsystemen te voorkomen (zie paragraaf 2.8.2).

Met betrekking tot module D moeten voor een eerlijke toepassing niet alleen de lusten maar ook de lasten worden gedeclareerd op basis van de netto balans van ingaande en uitgaande stromen van het productsysteem.

### **4. Uitwerken gerecyclede fractie – recyclede content**

In kaart brengen hoeveelheid secundair materiaal dat wordt gebruikt in de productiefase ten opzichte van de hoeveelheid die gerecycled wordt aan einde van technische levensduur.

### **5. Uitwerken milieuparameters grondstoffengebruik, afvalcategorieën en output stromen**

In kaart brengen van de effecten van het declareren op basis van de Levenscyclus inventarisatie (LCI) ten opzichte van de LCA-resultaten (LCIA).

#### **4.3. Resultaten praktijktoets**

Binnen de context van de praktijktoets is het belangrijk om op te merken dat de data en de rekenresultaten die gepresenteerd worden geen directe weerspiegeling geven van de werkelijke rekenresultaten.

Zo is er slechts gebruikgemaakt van standaard achtergrondprocessen uit Ecoinvent of de NMD, eventueel aangepast om met betrekking tot de systeemgrenzen overeen te komen met de EN 15804. Ook zijn de transportprocessen uitgesloten en is niet iedere module los gedeclareerd. De focus van de praktijktoets ligt specifiek bij het in kaart brengen van de materiaalstromen om invulling te geven aan de doelstellingen van het project. De modulaire MKI-waarden zijn om deze reden uitsluitend als bijdrage (%) van het totaal gepresenteerd.

De praktijktoets richt zich op hoofdmateriaalstromen die een substantieel volume in de Nederlandse bouw hebben en relevante issues waarbij specifieke input uit andere systemen komt of specifieke output naar andere systemen gaat. De volgende 6 (cement en beton zijn samengevoegd in de rapportage) materiaalstromen zijn, in overeenstemming met de begeleidingscommissie van het onderzoek, geselecteerd voor de praktijktoets:

1. Staal, resultaten opgenomen in bijlage II.
2. Cement – CEM III & Beton, resultaten opgenomen in bijlage III.
3. Hout, resultaten opgenomen in bijlage IV.
4. Vlakglas – Glaswol, resultaten opgenomen in bijlage V.
5. Asfalt, resultaten opgenomen in bijlage VI.

Hierna gaan we in op de overkoepelende resultaten uit de praktijktoets geordend naar de structuur van de individuele toetsen.

#### 4.3.1. Systeemaafbakening

##### **Afval uit recyclingprocessen**

In module C3 moet gedeclareerd worden: “waste processing for re-use, recovery and/or recycling”

In module C4 moet gedeclareerd worden: “disposal”

De modulaire aanpak van de EN 15804 stelt dat alle impact ten gevolge van de verwerking van het afval tot de einde-afval fase in module C3 gedeclareerd moeten worden. Door de efficiency van een verwerkingsproces is het mogelijk dat niet alle materialen ook daadwerkelijk vrijkomen als *materialen voor recyclen*. De niet bruikbare (afval) stromen van het verwerkingsproces dienen aansluitend in module C4 gedeclareerd te worden voor zover deze stromen definitief verwijderd worden (disposed).

##### **Einde-afvalstatus**

Eén van de aspecten uit het 4-stappenplan van de kaderrichtlijn is dat er geen negatief effect mag optreden voor mens en milieu. Uit diverse jurisprudentie blijkt dat één van de voorwaarden die hieraan is gekoppeld, is dat voor de specifieke materiaalstroom wordt voldaan aan het minimale verwerkingsniveau zoals opgenomen in het vigerende landelijk afvalbeheerplan (op dit moment LAP2, LAP3 is nog in ontwikkeling). Onderdeel van het vaststellen van het moment van einde-afval zal zodoende o.a. een LAP-toets moeten zijn.

Wat is het realistische einde-afval scenario? Dit aspect zal belicht worden vanuit de context van betonpuin (zie bijlage III). In de huidige praktijk wordt betonpuin opgewerkt tot recyclinggranulaat of als gebroken puin voor de toepassing in funderingen. De vermeden emissies die hiermee toe te kennen zijn in module D hebben betrekking op het vermijden van primair zand en grind. De innovatieve SlimBreken techniek maakt verregaande recycling van de grondstoffen mogelijk waaronder het vermijden van cement. De vermeden emissies die in module D op basis van dit verwerkingsproces gedeclareerd kunnen worden zijn vele malen hoger dan voor gebroken puin.

Om te voorkomen dat er 'rijk wordt gerekend' zal de basis voor het einde-afval scenario het *realistische scenario* moeten zijn op basis van de gebruikelijke verwerkingsroutes van verschillende afvalstromen en de verwerkingscapaciteit van de verschillende methoden in NL op dit moment.

Er kan uiteraard gemotiveerd afgeweken worden van het realistische afvalscenario indien een vorm van '*product stewardship*' kan worden aangetoond. Een voorbeeld is dat het product vanuit een lease-constructie beschikbaar wordt gesteld of een fabrikant die gericht moeite doet om bij einde-levensduur in eigen beheer het afval weer in te zamelen en te verwerken.

Bij innovatieve recyclingtechnieken is soms lastig te beoordelen hoe deze met terugwerkende kracht gekoppeld kunnen worden aan een voorgaand productsysteem. N.B. hoogwaardige grondstoffen komen vrij van milieubelasting beschikbaar in een productsysteem waarin de grondstoffen gebruikt worden ondanks dat er wellicht meer milieu-impact is gegenereerd om deze hoogwaardige grondstoffen te produceren dan voor een minimum verwerkingsstandaard noodzakelijk is. Tegelijkertijd maakt een dergelijke innovatieve recyclingtechniek vaak nog geen relevant onderdeel uit van het realistische afvalscenario. Een strikte toepassing van module D voorkomt dat de extra milieu-impact ten gevolge van de hoogwaardige opwerking gemist wordt.

Stel een hypothetische materiaalstroom voor die door stort is verwijderd. Een nieuw innovatief proces laat toe dat de betreffende stof niet meer gestort hoeft te worden maar kan worden opgewerkt naar een materiaal dat de einde-afval fase bereikt heeft. Op basis van de systeemgrenzen is het betreffende materiaal vrij van milieubelasting beschikbaar in een willekeurig productsysteem.

Nu zijn er twee opties ieder met hun eigen consequenties voor de invulling van module D:

1. Aan het einde van de technische levensduur wordt de betreffende grondstof opnieuw teruggewonnen met dezelfde techniek (bijvoorbeeld onderbouwd door een vorm van *product stewardship*).

In dit geval wordt de milieubelasting ten gevolge van de innovatieve recycling-techniek als onderdeel van module C3 beschouwd waarmee het per definitie onderdeel uitmaakt van het productsysteem. In module D wordt de netto output berekend van de betreffende stoffen en eventuele lasten of baten ten gevolge hiervan gedeclareerd.

2. Het product wordt door het realistische (huidig) afvalscenario (waar de betreffende recyclingtechniek nog geen onderdeel van uit maakt) verwerkt.

In dit geval heeft het productsysteem geen netto output van het betreffende secundaire materiaal. Dit verlies moet per definitie aangevuld worden vanuit een primaire productie. Deze lasten worden in module D gedeclareerd.

Dit voorbeeld laat zien dat door de manier waarop de systeemgrenzen worden gelegd het vooral vanuit het productsysteem wordt gemotiveerd om te zorgen dat secundaire grondstoffen zo hoogwaardig mogelijk weer in een volgend productsysteem beschikbaar komen. Het simpelweg gebruiken van secundaire grondstoffen heeft opzichzelfstaand geen voordeel voor een productsysteem.

#### Allocatie bij einde-afvalstatus

Indien de status einde-afval niet bepaald kan worden en zodoende het economische omslagpunt als uitgangspunt gebruikt is, is allocatie over twee productsystemen niet gewenst. Wij stellen voor dat voor een eenduidig gebruik van milieuprofielen en EPD's het beoogde doel van de EN 15804 behouden moet blijven. Het verwerkingsproces waarin het economisch omslagpunt bereikt wordt zal hiermee nog steeds volledig toegekend moeten worden aan het productsysteem waarin het afval ontstaat. De verkregen secundaire grondstof kan hierdoor vrij van enige milieulasten toegepast worden in de productiefase van een nieuwe productsysteem. De milieuprofielen die hiermee worden opgesteld sluiten zo ook direct aan bij de achtergrondprocessen zoals deze Ecoinvent 3.3 (Allocation, Recycled content) zijn opgebouwd.

#### Gebruik van generieke gegevens

De EN 15804 stelt dat de stromen die de productiefase (module A1-3) verlaten op het moment van einde-afval als co-producten gealloceerd moeten worden (zie EN 15804 – 6.3.4.2. Product stage).

De EN 15804 stelt aanvullend dat indien er sprake is van co-productie waarbij verdere onderverdeling van het proces niet mogelijk is, dat alle relevante producten en functies op een gepaste manier gealloceerd moeten worden. Hierbij worden relevante producten en functies gedefinieerd als de output of services van het proces met een positieve marktwaarde (zie EN15804 – 6.4.3.2. Co product allocation).

De voorgeschreven Ecoinvent 3.3 achtergronddatabase (met systeem model "Allocation, cut-off by classification") legt de systeemgrenzen van recycling bij het moment waarop het recyclingproces volledig afgerond is en het gerecyclede materiaal "free-of-burden" toepasbaar is in een nieuw productsysteem.

De methode die in Ecoinvent 3.3 is toegepast, heeft in specifieke gevallen een verkeerde toepassing van de EN15804. Als gevolg hiervan kan het zijn dat generieke processen uit Ecoinvent 3.3 met betrekking tot de afvalverwerking zwaarder zijn belast en secundaire materialen minder zwaar zijn belast.

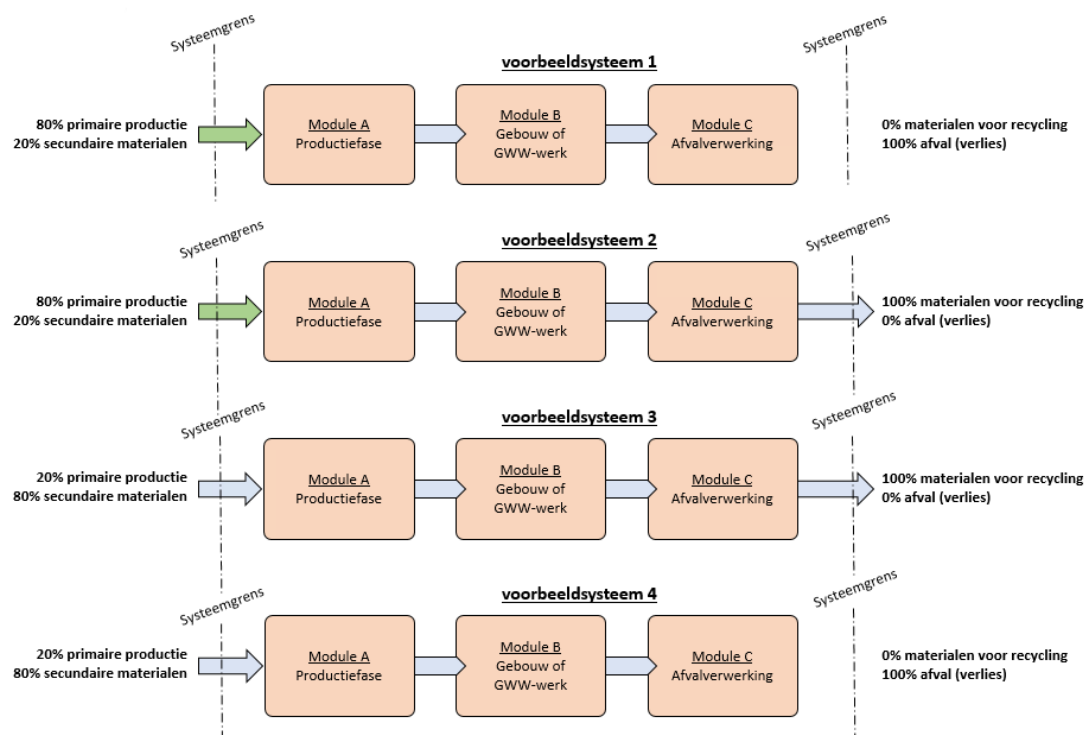
#### **4.3.2. Massabalans productsysteem en module D credits**

In de EN 15804 ligt de systeemgrens van afvalstromen op het moment waarop de einde-afvalfase is bereikt (bij hergebruik, recycling of terugwinning) of wanneer van de afvalstroom is ontdaan in de vorm van verbranding of stort. Hierdoor zijn secundaire grondstoffen, vanaf het moment dat de einde-afvalfase is bereikt, vrij van enige milieubelasting (free-of-burden) in een productsysteem beschikbaar. Een productsysteem dat secundaire grondstoffen toepast heeft hierdoor (in de productiefase module A) een relatief voordeel ten opzichte van een soortgelijk productsysteem dat berust op primaire grondstoffen.

Onder meer om dit te ondervangen bestaat binnen de EN 15804 de optie om in module D lasten en baten te declareren die voorbij de eigen systeemgrenzen liggen. Traditioneel gezien is dit een methode waarmee primaire productie wordt gecompenseerd voor de waarde die producten nog hebben in het daaropvolgende productsysteem.

Als we deze lijn van redentatie strikt volgen dan betekent dit dat indien een product-systeem gebruik maakt van enkel een secundaire materiaal stroom (met geen toegekende milieu-impact) en deze op zodanige wijze verspilt dat recycling of hergebruik niet meer mogelijk is deze “verliezen” een last zijn in het hierop volgende productsysteem.

Met betrekking tot module D moeten voor een eerlijke toepassing niet alleen de lusten maar ook de lasten worden gedeclareerd op basis van de netto balans van ingaande en uitgaande stromen van het productsysteem. De consequenties hiervan zijn eenvoudig in beeld te brengen op basis van een viertal voorbeeldketens (zie navolgende figuur).



#### *Voorbeeldsysteem 1*

Dit is een willekeurige productieketen waarbij een groot deel van de materialen uit primaire grondstoffen wordt geproduceerd. Als er wordt aangenomen dat alle materialen in dit productsysteem verloren gaan dan is er geen netto uitstroom van secundaire grondstoffen. Er is geen integratie met andere productieketens, er geldt slechts de systeemgrens met de natuur. In module D zullen geen lasten of baten worden berekend.

#### *Voorbeeldsysteem 2*

Dit is een productieketen waarbij een groot deel van de materialen uit primaire grondstoffen worden geproduceerd. Er wordt hier echter aangenomen dat de materialen in de afvalfase niet verloren gaan maar volledig beschikbaar komen voor recycling.

#### *Voorbeeldsysteem 3*

Dit is een productieketen waarbij een groot deel van alle materialen uit secundaire grondstoffen worden geproduceerd. Ook wordt hier aangenomen dat de materialen in de afvalfase niet verloren gaan maar nogmaals volledig beschikbaar komen voor recycling.

#### *Voorbeeldsysteem 4*

Dit is een productieketen waarbij een groot deel van alle materialen uit secundaire grondstoffen worden geproduceerd. Ook wordt hier aangenomen dat de materialen in de afvalfase niet verloren gaan maar nogmaals volledig beschikbaar komen voor recycling.

Op basis van de hiervoor benoemde bevindingen kan eenvoudig gesteld worden dat de toepassing van module D zorgt dat de lasten van primaire productie ten laste komen van het productsysteem waarin de primaire of secundaire grondstoffen verloren gaan. Voor materialen zorgt dit dat over meerdere productsysteem-cycli de primaire milieubelasting wordt 'afgeschreven'.

Bij energiedragers en geëxporteerde energiestromen wordt het verhaal echter anders. Er zijn bij deze stromen slechts twee productsystemen relevant. Het productsysteem waarin de secundaire stroom vrijkomt en het productsysteem waar deze wordt verbruikt. Het toepassen van Module D zorgt hierdoor direct voor een verschuiving van de milieubelasting naar een volgend productsysteem.

#### Declaratie module D

Voor een correcte declaratie van module D-credits moet de EN 15804 nadrukkelijker gevolgd worden.

Hierin zijn de volgende aspecten specifiek van belang:

1. Een massabalans, afgeleid van de LCI, moet opgesteld worden waarin alle individuele inputstromen van *secundaire grondstoffen* en alle individuele outputstromen van *materials for recycling* zijn opgenomen.
  - De secundaire grondstoffen als input zijn van belang omdat deze vrij van milieubelasting het productsysteem binnen komen en hiervoor in een voorgaande productsysteem module D-credits zijn gedeclareerd.
  - De *materials for recovery* als output zijn als secundaire grondstoffen beschikbaar voor een volgend productsysteem. Hierdoor kunnen in module D voor deze output stromen milieubaten gedeclareerd worden.

2. Voor de *materialen voor recycling, die als secundaire materialen* een product-systeem inkomen, moet kwantitatief en kwalitatief de *grondstoffenequivalent* vastgesteld worden. De *grondstoffenequivalent* geeft aan hoeveel en welke primaire productieproces (input module A, deze kan ook secundaire grondstoffen bevatten) de betreffende *secundaire grondstof* kan vervangen omdat ze technisch gezien gelijkwaardig zijn. De *grondstoffenequivalent* wordt gebruikt om de eventuele baten of lasten in module D te berekenen.
3. Eventuele afvalstromen vanuit het recyclingproces, als gevolg van degradatie of de algehele efficiency van het recyclingproces moeten ook meegenomen worden.
4. Module D wordt berekend op basis van de som van de netto output van de individuele stromen van *secundaire grondstoffen*:
  - indien de netto output negatief is dan zal dit in module D (buiten de systeemgrenzen) resulteren in een toename van milieulast. N.B. een verlies van secundaire grondstoffen kan enkel vanuit een primair systeem worden aangevuld;
  - indien de netto output positief is dan zal dit in module D (buiten de systeemgrenzen) resulteren in een vermindering van milieulast.

Getoetste milieuprofielen, waarvan het gewenst is dat deze opgenomen worden in de processendatabase, moeten worden voorzien van alle relevante informatie met betrekking tot representativiteit, de toepassing van secundaire grondstoffen en de systeemgrenzen in relatie tot de afvalverwerkingsfase en de eventuele *grondstoffenequivalent* zoals toegepast in Module D-credits. Omdat module D ook toestaat dat overige aspecten buiten de systeemgrenzen van het productsysteem worden gedeclareerd moeten deze opgesplitst worden tussen de EoL(End of Life)-specifieke module D-credits en de niet EoL-specifieke.

#### Hoogwaardigheid van toepassing van secundaire grondstoffen

Binnen een productsysteem kan niet iets gezegd worden over de hoogwaardigheid van een toepassing van de materialen die aan het einde van de levensduur voor recycling weer vrijkomen (als secundaire grondstoffen) wel over de kwaliteit van deze stroom (*grondstoffenequivalent*).

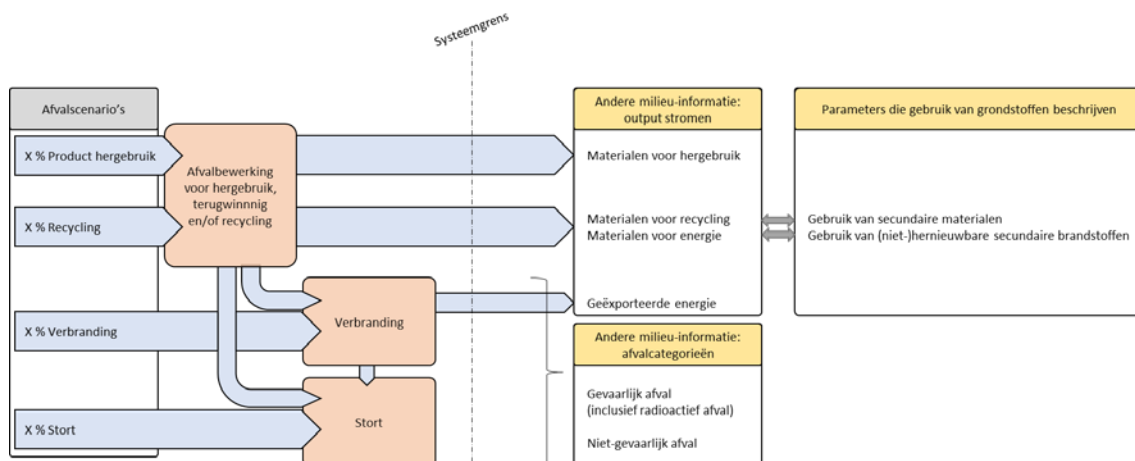
Afhankelijk van het specifieke afvalscenario en de efficiency van het recyclingproces komen er effectief meer of minder materialen vrij voor recycling. Dit heeft direct invloed op de module D-credits die aan het productsysteem worden toegekend.

De vraag wat de invloed is van de hoogwaardigheid van de toepassing waarin de secundaire grondstoffen gebruikt worden volgt uit een vergelijking van verschillende productsystemen. Hierin zal van belang zijn welke alternatieve oplossingen er zijn om te voldoen aan een specifieke functionele eenheid.

Het voorbeeld van asfalt laat zien hoe belangrijk het is dat de *grondstoffenequivalent* van een secundair materiaal op een juiste manier en goed is onderbouwd. Freesasfalt dat wordt gebroken tot asfaltgranulaat kan op twee manieren worden toegepast, opnieuw in asfalt of in een wegfundering als asfaltgranulaatcement. Opnieuw toegepast in asfalt heeft het de potentie om zowel steenslag, zand als een deel van de bitumenfractie als primair product te vermijden. Toegepast in asfaltgranulaatcement vervangt het asfaltgranulaat enkel een primair gewonnen steenslag- of grindfractie. Bij het vaststellen van de grondstoffenequivalent moet dus goed gekeken worden naar de inherente eigenschappen en exacte samenstelling van het *secundaire materiaal*.

#### 4.3.3. Milieuparameters en circulariteit

De milieuparameters moeten per module op de juiste manier vastgesteld worden. Cumulatief over alle levensfasen moet dit als input om de module D lasten of baten te berekenen. Het navolgende figuur geeft weer hoe vanuit de specifieke materiaalstromen uiteindelijk de milieuparameters worden afgeleid. In het figuur is ook duidelijk te zien wat het verband is tussen de parameters van *output stromen* en *grondstofgebruik* en dat deze elkaars *grondstoffenequivalent* dienen te zijn.



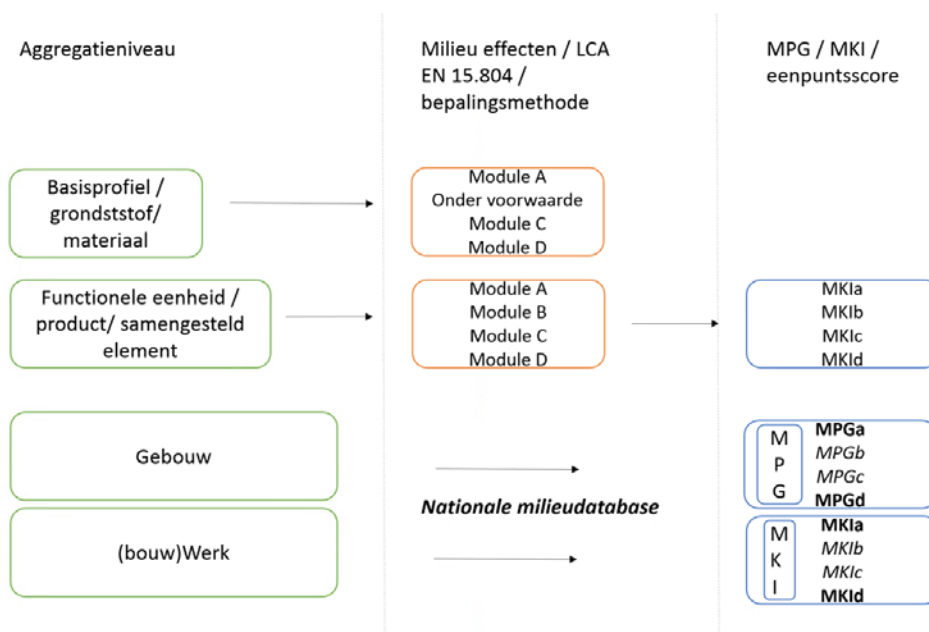
De wens bestaat om vanuit de gegevens die bekend zijn na het uitvoeren van een LCA ook de mate van circulariteit te berekenen/bepalen, met andere woorden de grondstoffenefficiency. Dit rapport geeft een handvat om aan die wens te kunnen voldoen. Voorafgaand aan een verdere uitwerking in de bepalingsmethode milieuprestatie gebouwen en GWW-werken is het echter van belang om vast te stellen welk doel het vaststellen van de grondstoffenefficiency dient. Van belang bij het meten van de grondstoffenefficiency is namelijk te weten met welke proportionaliteit en op welk schaalniveau de (beleids)informatie gewenst is. De grondstoffenefficiency kan per materiaalstroom in kaart worden gebracht. Dit vraagt bij complexe, samengestelde producten echter veel aanvullend werk. De grondstoffenefficiency kan ook van het productsysteem worden beschouwd. Hierbij worden kleinere materiaal stromen, die mogelijk wel relevant en juist van belang zijn voor een circulaire economie, echter eerder uit het oog verloren.



Een voorbeeld hiervan zijn elektronische componenten als onderdeel van een installatie. Binnen de circulariteit van het product als geheel zal het volledige verlies van deze componenten niet opvallen. De circulaire economie beoogt echter juist grip te krijgen op dergelijke stromen vanwege de aanwezigheid van hoogwaardige metalen. Ook hier geldt dat de balans gevonden moet worden tussen generiek en specifiek.

### Circulariteit op gebouwniveau

Nu we gestructureerd modulair gaan declareren in de nationale milieudatabase is de vraag op welke wijze deze data aanvullende informatie op gebouwniveau geeft. De volgende afbeelding geeft een logische structuur aan het verrijken van de eenpuntsscore MPG/MKI met een modulaire toelichting.



## 5. VOORSTEL AANPASSING BEPALINGSMETHODE

Op basis van het uitgevoerde onderzoek concluderen wij dat het mogelijk is om op basis van de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken', het LCA-kwaliteitsaspect grondstoffenefficiency (recycling and re-use) als een zelfstandige prestatie te kunnen declareren.

Om dit concreet te maken adviseren wij de volgende aanpassingen aan de bepalingmethode.

### 5.1. Termen en definities (paragraaf 2.3)

#### **Secundair materiaal**

De EN 15804 geeft als definitie voor *secundair materiaal*:

- Elk materiaal afkomstig uit eerder gebruik of uit afval dat primaire materialen vervangt.

#### Opmerking 1

Secundair materiaal wordt gemeten op het punt waar het secundaire materiaal het systeem binnenkomt vanuit een ander systeem.

#### Opmerking 2

Materialen afkomstig uit eerder gebruik of uit afval van het ene productsysteem en gebruikt als input in een ander productsysteem zijn secundaire materialen.

#### Opmerking 3

Voorbeelden van secundaire materialen (te meten op de systeemgrens) zijn gerecycled schroot, gebroken puin, glasscherven, gerecyclede houtspaanders en gerecycled plastic. Doordat de systeemgrens van afvalstromen ligt op het moment dat 'end-of-waste' is bereikt komt *secundair materiaal* vrij van milieubelasting een product systeem als input binnen.

#### **Materialen voor recycling**

De EN 15804 geeft geen specifieke definitie voor *materialen voor recycling*. Echter er wordt wel invulling aan een definitie gegeven door het feit dat *materialen voor recycling* als outputstroom (van het systeem) gedeclareerd moeten worden en het aanvullende feit dat de systeemgrens voor het verwerken van afval ligt op het moment van de einde-afvalfase.

Op basis hiervan kan de volgende specifieke definitie gegeven worden:

- *Materialen voor recycling* zijn materialen die voortkomen uit een (afval)verwerkingsproces en de einde-afval fase bereikt hebben. *Materials for recycling* kunnen in een ander productsysteem gebruikt worden als *Secundair materiaal*.

De modulaire aanpak van de EN 15804 stelt dat alle impact ten gevolge van de verwerking van het afval tot de einde-afval fase in module C3 gedeclareerd moet worden. Dit is dan ook de specifieke module van de afvalfase (module C) waarin de *materialen voor recycling* als outputstroom het systeem verlaten.

Door de efficiency van een verwerkingsproces is het mogelijk dat niet alle materialen ook daadwerkelijk vrijkomen als *materialen voor recyclen*. De niet bruikbare (afval)stromen van het verwerkingsproces moeten aansluitend in module C4 gedeclareerd worden voor zover deze stromen definitief verwijderd worden (disposed).

### **Grondstoffenequivalent**

De grondstoffenequivalent geeft aan hoeveel en welk primair productieproces (input module A, deze kan ook secundaire grondstoffen bevatten) de betreffende *secundaire grondstof* kan vervangen omdat ze technisch gezien gelijkwaardig zijn.

### **5.2. Systeemgrenzen (paragraaf 2.6.3.4)**

De tekst voor module D moet worden aangevuld met de volgende principes.

In paragraaf 6.4.3.3 van de EN 15804 is voorgeschreven hoe de netto impact van module D berekend moet worden. Ten behoeve van de leesbaarheid is ervoor gekozen de betreffende tekst in een andere vorm, dan het origineel, te vertalen:

Berekening netto output stromen van secundaire materialen of brandstof:

<u>Tel op:</u>	Alle outputstromen van een secundair materiaal of brandstof.
<u>Trek hiervan af:</u>	Alle input stromen van dit secundaire materiaal af.
<u>Doe dit:</u>	Eerst per sub-module (bijvoorbeeld B1-B5, C1-C4, etc.), daarna van de modules (bijvoorbeeld B, C) en uiteindelijk van het totale productsysteem waardoor je uitkomt op de netto outputstroom van het productsysteem.

Berekening van de substitutie-effecten bij het gebruik van secundair materiaal of brandstof:

<u>Tel op:</u>	Alle milieu-impact gerelateerd aan het recyclings- en of verwerkingsproces (na de einde-afvalfase) tot het moment van functionele gelijkheid, waar het secundaire materiaal of energie een primaire productie uitspaart.
<u>Trek hiervan af:</u>	Alle milieu-impact gerelateerd aan de productie van het materiaal of energie, die is uitgespaard, uit primaire bronnen.
<u>Pas toe:</u>	Een verantwoorde/onderbouwde ' <i>waarde-gecorrigeerde factor</i> ' die het verschil representeert tussen de verschillen in functionele gelijkheid indien de outputstromen niet de functionele gelijkheid bereikt van de primaire productie die is uitgespaard.

In module D worden de substitutie-effecten berekend op basis van de netto outputstromen van secundaire materialen of brandstof.

- De EN 15804 stelt dat de netto impact van module D berekend moet worden op basis van de netto outputstromen. Ondanks dat het niet expliciet vermeld staat, betekent dit dat bij een negatieve netto output module D netto bijdraagt aan de milieubelasting van een productsysteem.

- *Secundaire materialen (of energie), materialen voor recycling (of energie) en geëxporteerde energie* zijn alle drie parameters die gedeclareerd worden op de systeemgrens van een productsysteem. De eerste refereert aan inputstromen de laatste twee aan outputstromen. Voor een juiste invulling van module D moet de netto output van secundaire materialen of energie berekend worden. De individuele stromen die onder deze drie parameters vallen dienen hiervoor als basis. In de praktijk zal het vaak voorkomen dat *secundaire materialen* (als input) identiek zijn aan de *materialen voor recycling* (als output). Een voorbeeld hiervan is staalschroot dat als *secundair materiaal* een systeem in kan komen maar ook als *materiaal voor recycling* het systeem weer kan verlaten.
- De berekende substitutie-effecten in module D volgen uit een combinatie van het afvalverwerkingsproces en het vermeden primaire productieproces. Gezien de grote invloed die (op basis van praktijkervaringen) de invulling van Module D kan hebben op de impact van het totale productsysteem is het van belang dat bij de keuze van beide processen de gebruikelijke representativiteits- en datakwaliteitscheck plaats vindt als onderdeel van de LCA.

Wellicht kan er een nationale bijlage (als onderdeel bepalingsmethode) komen of niet-limitatieve (dynamische) lijst met in Nederland toegepaste afvalverwerkingstechnieken, het daarbij behorende milieuprofiel (inclusief reststromen die alsnog als afval verwerkt moeten worden), de daaruit volgende materialen voor recycling en de primaire productie die met het betreffende secundaire materiaal (of energie) uitgespaard kan worden.

### 5.3. Selectie van data (paragraaf 2.6.3.6)

#### Generieke gegevens

De bestaande tekst moet worden aangevuld met de volgende paragraaf:

*“Bij het gebruik van generieke gegevens voor processen waarin secundaire grondstoffen of co-producten worden verwerkt of waar generieke gegevens van afvalverwerkingsprocessen worden toegepast dient als onderdeel van de datakwaliteit assessment gecontroleerd te worden dat de systeemgrenzen en de eventuele allocatie methode van de toegepaste processen overeenkomen met de eisen uit de EN15804.”*

#### Afval verbranding in een AEC of AVI.

De bestaande tekst moet worden vervangen door een nieuwe tekst waarin onderstaande principes zijn verwerkt.

#### **Geëxporteerde energie in module D**

Geëxporteerde energie is het product van bijvoorbeeld een afvalverbrandingsproces binnen een productsysteem waarbij ook warmte of energie wordt geproduceerd. Conform de EN 15804 moet deze gedeclareerd worden in de eenheid van *MJ per energiedrager*. Op basis hiervan kan voor de geëxporteerde energie baten worden berekend in module D. Hierbij is uiteraard wel van belang dat rekening wordt gehouden met specifiek de energiedrager om de baten op een correcte manier te berekenen. In de huidige bepalingsmethode (versie 2.0 – november 2014) staan de achtergrondprocessen voorgeschreven waarmee invulling gegeven kan worden aan de credits voor geëxporteerde energie. Deze processen beschrijven echter niet de correcte functionele equivalent.

Zo wordt er geen rekening gehouden met de *energiedrager*. Ook wordt voor elektriciteit de toekomstige Nederlandse productiemix voorgeschreven als substitutieproces.

Wanneer we weer het voorgaande voorbeeld van hout nemen dan zouden de eenheden voor geëxporteerde energie de volgende zijn:

*x MJ-elektra uit hout*

*y MJ-warmte uit hout*

Als op basis van deze eenheden de meest representatieve substitutieprocessen gekozen moeten worden zouden ter indicatie de volgende twee een betere weergave geven:

- Heat, at cogen 6400kWth, wood, allocation heat/CH U
- Electricity, at cogen 6400kWth, wood, allocation heat/CH U

N.B. Het is bijvoorbeeld niet zo dat de Nederlandse elektrische productiemix als energie geëxporteerd, en dus vermeden, wordt. Wat geëxporteerd wordt is elektriciteit geleverd door een productieproces waarin hout als biomassa verstoekt wordt. Dit productieproces kan op zich wel weer een onderdeel zijn van de betreffende elektrische productiemix.

Wij stellen voor dat in de nieuwe bepalingmethode een tabel wordt opgenomen waarbij voor de brandbare afvalstoffen niet alleen de verbrandingswaarde per materiaal is opgenomen (zoals de tabel in paragraaf - *Verbranding in een afvalenergiecentrale (AEC)*, in de huidige bepalingmethode) waarbij per materiaal ook is voorgeschreven wat de representatieve substitutie processen zijn. Bij het vaststellen van deze processen moeten rekening gehouden worden met de energie-inhoud en de aard van de afvalstoffen.

De materialen zijn definitief verwijderd (disposed). Indien het verlies betreft van secundaire materialen dan moet het verlies hiervan gecompenseerd worden in module D (als last ten gevolge van primaire productie). Energie die wordt opgewekt bij de verwijdering van de materialen en die doorgegeven wordt aan een volgend product-systeem (geëxporteerde energie in MJ per energiedrager) wordt ook in module D gedeclareerd. De substitutie-effecten worden berekend conform de EN 15804 op basis van de hieronder benoemde rekenmethode:

Berekening netto output stromen van secundaire materialen of brandstof:

- Tel op: Alle outputstromen van een secundair materiaal of brandstof.  
*Kwantificeren op basis van "geëxporteerde energie in MJ per energiedrager".*
- Trek hiervan af: Alle input stromen van dit secundaire materiaal of brandstof.  
*Kwantificeren op basis van de productiemix en aandeel energie van de energiedrager uit AVI.*
- Doe dit: Eerst per sub-module (bijvoorbeeld B1-B5, C1-C4, etc.), daarna van de modules (bijvoorbeeld B, C) en uiteindelijk van het totale productsysteem waardoor je uitkomt op de netto output stroom van het productsysteem.  
*Hieruit volgt een netto uitstroom van geëxporteerde energie in MJ per energiedrager.*

Berekening van de substitutie-effecten bij het gebruik van secundair materiaal of brandstof:

<u>Tel op:</u>	Alle milieu-impact gerelateerd aan het recyclings- en of verwerkingsproces (na de einde-afval fase) tot het moment van functionele gelijkheid, waar het secundaire materiaal of energie primaire productie uitspaart. Volgt uit het specifieke en onderbouwde achtergrondproces voor het verwijderingsproces van een specifieke afvalstof in een AVI. Inclusief het relevante transport en eventuele voorbehandelingen.
<u>Trek hiervan af:</u>	Alle milieu-impact gerelateerd aan de productie van het materiaal of energie, dat is uitgespaard, uit primaire bronnen. Volgt uit het specifieke en onderbouwde achtergrondproces voor de energieopwekking van elektra en warmte uit primaire bronnen van de betreffende energiedrager (aard van de afvalstof / herkomst van de calorische waarde).
<u>Pas toe:</u>	Een verantwoorde/onderbouwde 'waarde-gecorrigeerde factor' die het verschil representeert tussen de verschillen in functionele gelijkheid indien de outputstroom niet de functionele gelijkheid bereikt van de primaire productie die is uitgespaard. Dit is afhankelijk van het verschil tussen het substitutieproces en de vorm waarin de elektra en warmte als geëxporteerde energie vrijkomt. Ofwel er moet rekening gehouden worden met de entropie bij warmte en de geleverde spanning (V) bij elektra.

#### **5.4. Allocatie input stromen + output emissies (paragraaf 2.6.4.3)**

Deze paragraaf moet geheel worden aangepast aan de bevindingen van de praktijktoets. Teksten en voorbeelden uit hoofdstuk 4 kunnen hier grotendeels voor gebruikt worden ter vervanging van de bestaande teksten.

#### **5.5. Basisprofielen, productkaarten en itemkaarten (paragraaf 2.8.2.2)**

Voor het modulair declareren en het met de juiste informatie declareren van module D moet de tekst overeenkomstig de resultaten van het onderzoek worden aangepast. Het gaat dan om los declareren van de modules C en D en het declareren van de juiste informatie met betrekking tot de EoL-scenario's en de grondstoffenequivalent(en) in module D. Daarnaast gaat het om het declareren van de aanvullende gegevens uit het LCA-dossier (afvalcategorieën en outputstromen).

Ook de formats van SBK (zoals opgenomen in bijlage H) moeten hierop aangepast worden.

#### **5.6. Milieukengetallen (paragraaf 3.6) en Rekenregels (paragraaf 3.7)**

Om de juiste context van de éénpuntsscore weer te geven en grondstoffenefficiency op gebouw niveau te kunnen declareren dient de tekst in de bepalingsmethode aangevuld te worden met het weergeven van de rekenresultaten in een éénpuntsscore en de modulaire opbouw hiervan.

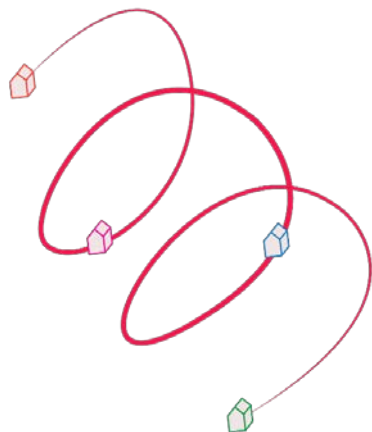
## BIJLAGE I STAKEHOLDER GESPREKKEN: ALGEMENE OPMERKINGEN

Uit de een op een interviews, gehouden aan de hand van de startnotitie, kwamen vele opmerkingen naar voren. De meer algemene opmerkingen, uitgesplitst naar 'Over de methode', 'Praktisch' en 'Materiaalspecifiek', zijn hieronder opgenomen.

### Over de methode (in brede zin)

- Ladder van Lansink is goed, maar:
  - indien recycling meer energie kost dan oplevert: niet doen!;
  - schadelijkheid zou rol moeten spelen bij al dan niet recyclen.
- Positief tegenover LCA ('hele plaatje', bewezen techniek).
- Bouwakkkoord: "vermijden van primaire grondstoffen" Maar biobased=primair!
- Module D
  - producthergebruik?;
  - degradatie is reden om meer cycli (mLCA) toe te passen.
- Hoe om te gaan met niet-schaarse grondstoffen?
- Effecten van landgebruik meetellen helpt (herz. EN 15804).
- PCR moet aangeven wat wel en niet meenemen in EPD.
- Waarden we kwaliteit voldoende binnen dit systeem? Focus verschuift: kwaliteit boven kwantiteit.
- Nog niet altijd goed vergeleken op functie (maar op kg, m<sup>2</sup>).
- Afvalverbranding is 'doorzet': er wordt niet goed verbrand (rendementen worden niet gehaald en er is meer 'as'rest).
- Rendement van recycling op CO<sup>2</sup> is er wel, maar het is nog altijd niet economisch (financiering via ketendeficit).
- Belangrijk om te weten wat (precies welk materiaal) je hebt, om te weten wat je bij afdanking vermijdt □ paspoort.
- Duidelijkheid is gewenst en communicatie belangrijk.
- 'Spiraal' laat beter zien dat het om een volgende cyclus gaat: het is geen cirkel! Zie afbeelding [RWS, RIVM].

Voor Kant "Beleidsverkenning Circulaire economie in de Bouw" [RWS/RIVM, 2015].



### Praktisch

- Pijnpunt: internationale uitwisselbaarheid.  
Wijk niet te veel af van Europa!  
(Vanuit Europees EPD: end-of-life en afstanden zijn de verschillen).
- EPD <=>aanleveren aan SBK==>geen logische aansluiting.  
Dit punt is al nagenoeg opgelost door een aangepast aanleverformat.
- "Landfill heeft minder milieu-impact dan recycling".  
(Mede door transport bij recycling & stort inert materiaal).
- Recycelaat met virgin materiaal: zorgt voor doorzet.
- REACH is vaak een blokkade: verdunnen of zuiver zijn.
- Er komen nog te weinig producten terug om te recycelen, volume ontbreekt (import om maar credits in NL te krijgen).  
Komen de milieubaten en –lasten wel op juiste plek?

### Materiaalspecifiek

- Beperkt gebruik aardolie als grondstof (rest: brandstof):
  - urgentie niet te hoog insteken.
- Mijn materiaal / product:
  - is maar een beperkt (massa)deel van bouw- en sloopafval;
  - heeft een laag aandeel in gebouw.
- Er is geen primaire productie meer in NL.
- Glas is oneindig circulair, alleen niet in vlakglas:
  - gescheiden inzameling noodzakelijk (steenachtig zelfde s.g.)
- Hernieuwbare grondstoffen: systeem werkt wel voor technische maar minder voor biologische kringloop. (Heeft meer te maken met de waardering van verbranding).
- Zeldzame aardmetalen raken op en/of zijn moeilijk te krijgen (geopolitiek). Ook deze recycelen uit brede stromen.



## BIJLAGE II PRAKTIJKTOETS STAAL

Staal heeft vele toepassingen in de huidige bouwpraktijk. Zo worden balken en profielen gebruikt als constructieve onderdelen, is wapeningstaal een fundamenteel onderdeel van dragende betonconstructies en bevatten vele samengestelde producten ook stalen onderdelen.

### Systemafbakening

#### **Productfase (Module A)**

Voor staal zijn er twee productie routes.

1. De BOF-route (Basic Oxygen Furnace).
2. De EAF-route (Electric Arc Furnace).

In het BOF proces wordt voornamelijk primair ijzer (uit een hoogoven) omgezet in staal. Een beperkte hoeveelheid secundair staal schroot wordt toegepast voor het koelen van het gesmolten staal. Het BOF proces wordt voornamelijk toegepast voor de productie van warm en koudgewalst staal.

In het EAF proces wordt 100% secundair staal schroot omgezet in nieuw toe te passen staal. Het EAF proces wordt voornamelijk toegepast voor de productie van stalen constructiebalken. Technisch gezien is het staal dat in beide processen wordt geproduceerd van een gelijke kwaliteit. Het secundaire staalschroot is met betrekking tot de toepassing gelijk te stellen aan primair ijzer uit de hoogoven (*pig iron* of *gesmolten ijzer*) uitkomt en waarmee staal wordt geproduceerd.

#### **Einde-afval fase (Module A/B/C)**

Voor staal zijn op Europees niveau criteria vastgesteld die bepalen wanneer bepaalde soorten metaalschroot niet langer als afval worden aangemerkt<sup>3</sup>. Voor ijzer- en staalschroot gelden de volgende criteria:

1. *Kwaliteit van uit terugwinningactiviteiten verkregen schroot;*
  - 1.1. Het schroot is ingedeeld overeenkomstig de specificaties van een klant of een norm voor rechtstreeks gebruik door staalfabrieken of gieterijen.
  - 1.2. De totale hoeveelheid vreemd materiaal is kleiner dan 2% (massa).
  - 1.3. Het schroot mag geen bovenmatige hoeveelheid ijzeroxide bevatten. Uitgezonderd de typische hoeveelheden die ontstaan bij de opslag in de buitenlucht en onder atmosferische omstandigheden.
  - 1.4. Het schroot dient vrij te zijn van zichtbare olie, olie-emulsies, smeermiddelen of vet. Uitgezonderd, hoeveelheden die geen druppelvorming tot gevolg hebben.
  - 1.5. Het schroot mag niet in significante mate radioactief zijn.
  - 1.6. Het schroot mag geen gevaarlijke eigenschappen bevatten of gekarakteriseerd zijn als gevaarlijk afval.

---

<sup>3</sup>EU Verordening 333/2011 - tot vaststelling van criteria die bepalen wanneer bepaalde soorten metaalschroot niet langer als afval worden aangemerkt overeenkomstig Richtlijn 2008/98/EG van het Europees Parlement en de Raad.

- 1.7. Het schroot mag geen elementen bevatten die onder druk staan, gesloten of onvoldoende geopend zijn waardoor een explosie kan ontstaan in een smeltoven.
2. *Afvalstoffen die worden gebruikt als input voor terugwinningsactiviteiten;*
  - 2.1. Alleen afvalstoffen die terugwinbaar ijzer of staal bevatten mogen als input worden gebruikt.
  - 2.2. Gevaarlijke afvalstoffen mogen niet worden gebruikt tenzij de voorgeschreven verwerkingsprocessen en -technieken zijn toegepast.
  - 2.3. Vrijsel en draaibankafval dat vloeistoffen bevat (zoals bv. olie) en vaten en containers die olie of verfstoffen bevatten of hebben bevat mogen niet als input worden gebruikt. Uitgezonderd, onderdelen afkomstig van autowrakken.
3. *Verwerkingsprocessen en –technieken;*
  - 3.1. Het ijzer- en staalschroot moet bij de bron of bij de inzameling gescheiden zijn en gescheiden worden bewaard.
  - 3.2. Alle mechanische verwerkingsvormen die nodig zijn om het metaalschroot voor te bereiden om te worden gebruikt als directe input voor eindgebruik in staalfabrieken of gieterijen dient te zijn uitgevoerd.
  - 3.3. Op afval dat gevaarlijke stoffen bevat zijn enkele specifieke voorschriften van toepassing:
    - a) Inputmaterialen afkomstig van elektrische apparatuur of van autowrakken moet alle vormen van verwerking hebben ondergaan zoals voorgeschreven in artikel 6 van richtlijn 2002/96/EG en artikel 6 van richtlijn 2000/53/EG.
    - b) CFK's in afgedankte apparatuur moet door een, door de bevoegde instanties goedgekeurd proces zijn afgevangen.

#### Module A1-3

Metaalafval dat vrijkomt in de tijdens de productiefase is over het algemeen nog niet vervuild met 'vreemd' materiaal. Ook is gescheiden inzameling direct bij de bron mogelijk. Zodra deze reststromen zijn ingedeeld overeenkomstig vastgestelde specificaties (zie criteria 1.1) wordt voor de reststroom voldaan aan de criteria voor einde-afval. Dit betekent in de praktijk dat voor deze modules enkel nog het transportproces naar een schroothandelaar beschouwd moet worden.

#### Module A4-5

Metaalafval dat vrijkomt tijdens de bouwfase komt in verschillende vormen voor, afhankelijk van het type bouwproduct/element. Op basis hiervan moet vastgesteld worden of gescheiden inzameling bij de bron mogelijk is waarbij de hoeveelheid vreemd materiaal onder de 2% valt. Is dit niet het geval dan zullen er verdere verwerkingsprocessen nodig zijn voordat het staal de einde-afval fase bereikt. In de context van deze praktijktoets wordt ervan uitgegaan dat nadere verwerking niet noodzakelijk is.

## Module C3-4

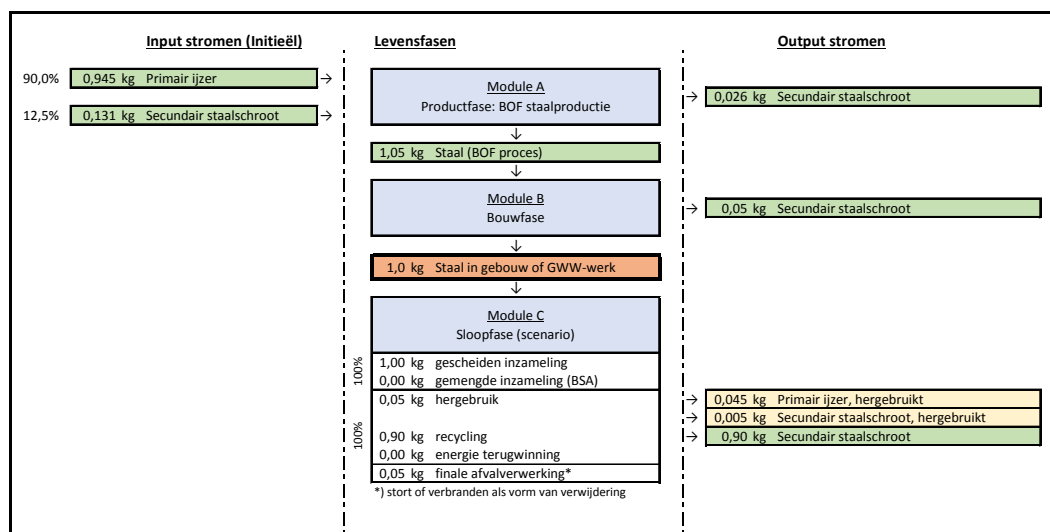
Metaalafval dat vrijkomt aan het einde van de gebouwlevensduur dient in eerste instantie uit het gebouw verwijderd/gesloopt te worden. Afhankelijk van hoe het staal is toegepast kan het direct gescheiden worden of zijn er enkele verwerkingsprocessen nodig. In de context van deze praktijktoets wordt ervan uitgegaan dat nadere verwerking aan het einde van de gebouwlevensduur wel noodzakelijk is.

### Massabalans productsysteem en module D-credits

In de navolgende figuren zijn voor beide routes (productsystemen) de massabalansen opgenomen. Ten behoeve van het modelleren zijn de volgende achtergrondprocessen uit de Ecoinvent 3.3 database gebruikt:

- Steel, low-alloyed {RER}| steel production, converter, low-alloyed | Alloc Rec, U.
- Steel, low-alloyed {RER}| steel production, electric, low-alloyed | Alloc Rec, U.

Hierbij is aangenomen dat beide staalproducten in-situ in het bouwwerk worden aangebracht (5% bouwafval). Specifiek voor het uitvoeren van de praktijktoets is hypothetisch het volgende afvalscenario gehanteerd aan het einde van de gebouwlevensduur 5% hergebruik, 90% gerecycled en 5% verbrand in een AVI. In deze massabalans zijn gemakshalve de productieprocessen van specifiek het bouwproduct uit het staal als materiaal/grondstof niet meegenomen.



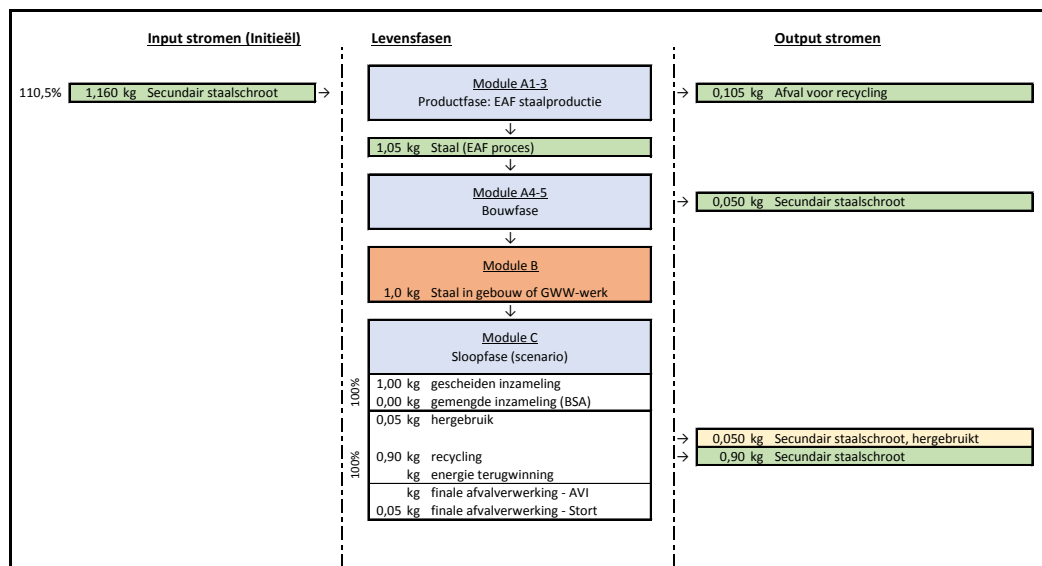
Figuur 1 Massabalans: BOF staal in gebouw of GWW-werk

### BOF staal en module D

De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

Primair ijzer: 0,9 kg - netto input.  
Secundair staalschroot: 0,85 kg - netto output.  
Finale afval: 0,05 kg - netto output.

Het staal dat als product wordt hergebruikt aan het einde van de gebouwlevensduur kan als vermeden productie in module D worden gedeclareerd. In module C wordt het omslagpunt bereikt waarbij er uiteindelijk meer secundair staalschroot vrij is gekomen dan er oorspronkelijk het productsysteem in is gegaan. Deze fractie secundair staal dient als substitutie voor het primaire ijzer (pig iron) dat vanuit de hoogoven het BOF proces ingaat.



Figuur 2 Massabalans: EAF staal in gebouw of GWW-werk

#### EAF staal en module D

De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

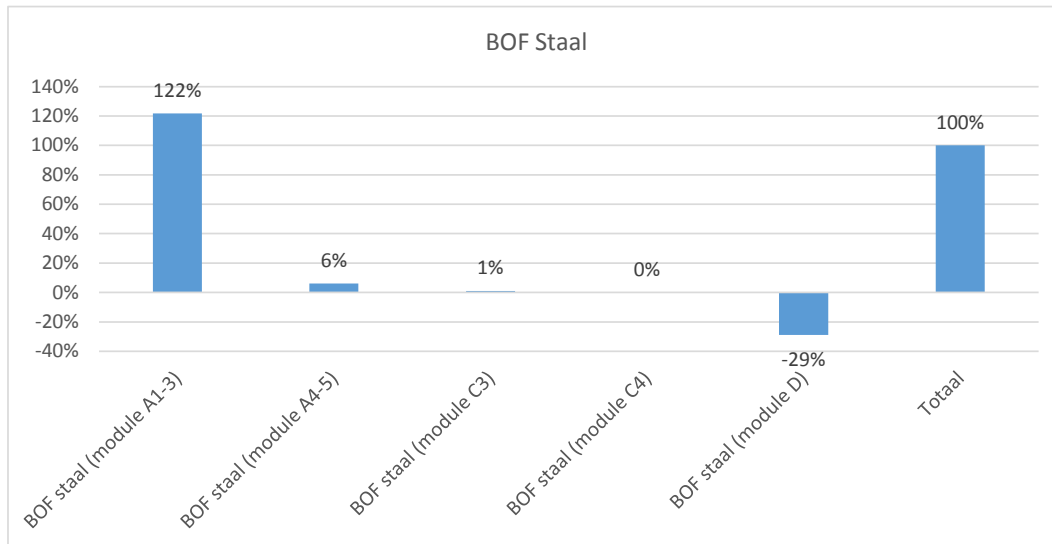
- Secundair staalschroot: 0,05 kg - netto input.
- Finale afval: 0,05 kg - netto output.

Het staal dat wordt hergebruikt aan het einde van de gebouwlevensduur kan als vermeden productie in module D worden gedeclareerd. Er komt echter minder secundair staalschroot vrij dan er oorspronkelijk het productsysteem in is gegaan. De totale stroom secundair staal zal hierdoor inkrimpen. Voorbij de systeemgrenzen betekent dit een verlies dat aangevuld moet worden vanuit een ander productsysteem. Redelijkerwijs is dit secundair staalschroot dat netto vrijkomt in het productsysteem van BOF-staal. Echter in het productsysteem van het BOF-staal zijn hiervoor reeds in module D-credits toegekend omdat primair ijzer (pig iron) netto kan worden uitgespaard. Voor een correcte toepassing (zonder omissies) is het noodzakelijk dat het verlies wordt gecompenseerd door 'pig iron' als last in module D van dit productsysteem te declareren.

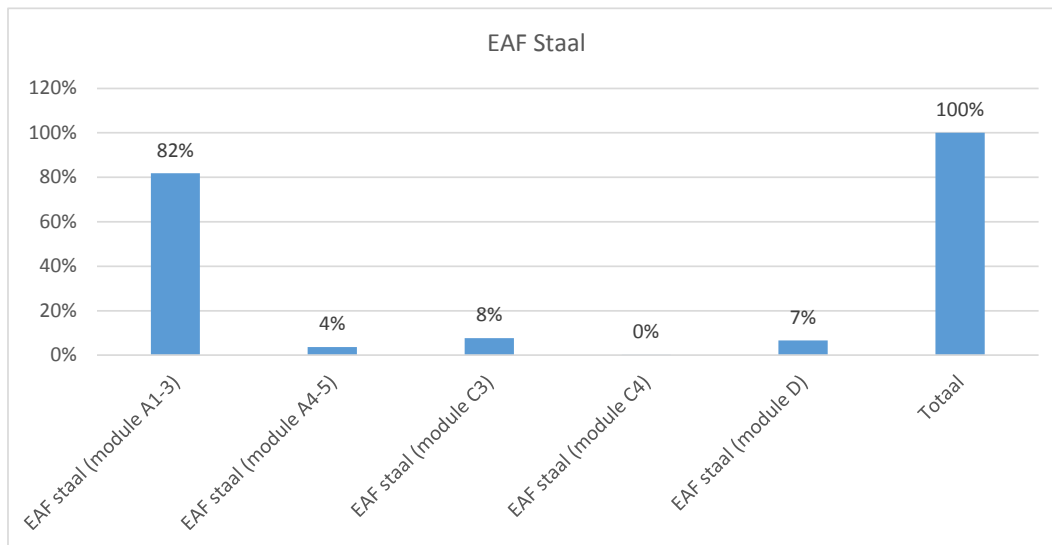
## Levenscyclusanalyse

### Zwaartepunt analyse

In de navolgende figuren is te zien wat per levensfase de relatieve milieu-impact is ten opzichte van de totale impact.



Figuur 3 Bijdrage aan milieu-impact per levensfase: BOF-staal in gebouw of GWW-werk



Figuur 4 Bijdrage aan milieu-impact per levensfase: EAF-staal in gebouw of GWW-werk

### Milieuparameters

In de navolgende figuren zijn de milieuparameters weergegeven die informatie geven over het gebruik van grondstoffen en de afvalstromen per levensfase.

<b>Parameters per module</b>					
	Module				Totaal
	A1-3	A4-5	C3	C4	
Use of primary material	0,90	0,045			<i>0,945</i>
Use of secondary material	0,125	0,006			<i>0,131</i>
<b>Total input</b>	<b>1,025</b>	<b>0,051</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,076</b>
Components for re-use			0,05		<i>0,050</i>
Materials for recycling	0,025	0,051	0,90		<i>0,976</i>
Materials for energy recovery					<i>0,000</i>
Exported energy*					<i>0,000</i>
Hazardous waste disposed**					<i>0,000</i>
Non-hazardous waste disposed				0,05	<i>0,050</i>
<b>Total output</b>	<b>0,025</b>	<b>0,051</b>	<b>0,950</b>	<b>0,050</b>	<b>1,076</b>

Figuur 5 Milieuparameters per levensfase: BOF staal in gebouw of GWW-werk.

<b>Parameters per module</b>					
	Module				Totaal
	A1-3	A4-5	C3	C4	
Use of primary material					<i>0,000</i>
Use of secondary material	1,105	0,050			<i>1,155</i>
<b>Total input</b>	<b>1,105</b>	<b>0,050</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,155</b>
Components for re-use			0,05		<i>0,050</i>
Materials for recycling	0,105	0,050	0,90		<i>1,055</i>
Materials for energy recovery					<i>0,000</i>
Exported energy*					<i>0,000</i>
Hazardous waste disposed**					<i>0,000</i>
Non-hazardous waste disposed				0,05	<i>0,050</i>
<b>Total output</b>	<b>0,105</b>	<b>0,050</b>	<b>0,950</b>	<b>0,050</b>	<b>1,155</b>

Figuur 6 Milieuparameters per levensfase: EAF staal in gebouw of GWW-werk.

## BIJLAGE III PRAKTIJKTOETS CEMENT – CEM III & BETON

In overeenstemming met de begeleidingscommissie van het onderzoek zijn zowel cement (CEM III) als beton geselecteerd, als materiaalstroom, voor de praktijktoets: Omdat cement niet opzichtzelfstand wordt toegepast en beton als bindmiddel cement heeft is ervoor gekozen deze twee materiaalstromen gezamenlijk te beschouwen.

In de praktijktoets wordt uitgegaan van de gemiddelde samenstelling van beton voor zowel betonproducten als betonmortel<sup>4</sup>:

Cement:	312 kg	13%
Grind (incl. recyclinggranulaat):	1.062 kg	45%
Zand:	823 kg	35%
Vulstoffen (Vliegashoudend en Kalksteenmeel):	26 kg	1%
Water:	141 kg	6%

Met betrekking tot de verwerking aan het einde van de levensduur is de volgende methoden beschouwd:

- Het opwerken van beton tot recycling granulaat conform de *Regeling vaststelling van de status einde-afval van recyclinggranulaat*.

### Systeemaafbakening

#### Productfase (Module A)

Voor het praktijkonderzoek grondstoffenefficiency zijn de volgende beton varianten beschouwd:

- Beton met hoogovencement (CEM III) als bindmiddel en 10% vervanging van de grindfractie met recyclinggranulaat.
- Beton geproduceerd uit secundaire grondstoffen die zijn verkregen uit innovatieve recyclingtechnieken<sup>5</sup>.

#### Beton van hoogovencement met 10% recyclinggranulaat

In hoogovencement (CEM III) is portlandcementklinker gemengd met gemalen hoogovenslakken (Ground Granulated Blast Furnace Slag, GGBFS). De hoeveelheid hoogovenslak dat is toegepast is afhankelijk van het type hoogovencement. In dit productsysteem wordt voor de praktijktoets een cement met een fractie van 27% klinker en 73% hoogovenslak gehanteerd wat het gemiddelde is voor CEM III/B<sup>6</sup>. Ook is aangenomen dat 10% van de grindfractie is vervangen voor recyclinggranulaat.

---

<sup>4</sup>CE Delft, 2016. Update prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen 2016. November 2016.

<sup>5</sup>Verzoek van RWS om de impact van innovatieve recyclingtechnieken zoals SlimBreken in kaart te brengen binnen de context van het project grondstoffenefficiency.

<sup>6</sup>Hoogovencement conform NEN-EN 197-1 - Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria voor gewone cementsoorten.

### Cement, CEM III/B

Het Ecoinvent 3.3 achtergrondproces “Ground granulated blast furnace slag {RoW}| production | Alloc Rec, U” beschrijft het opwerkingsproces van ruwe hoogovenslakken tot het niveau waarbij het, als ‘ground granulated blast furnace slag’ (GGBFS), kan worden toegepast in hoogovencement (CEM III) als vervanger van de klinker.

Wat opvalt is, dat in het Ecoinvent 3.3 achtergrondproces “Blast furnace slag {GLO}| blast furnace slag, Recycled Content cut-off | Alloc Rec, U” een ‘leeg’ proces is. Dit houdt in, dat alle milieubelasting die ontstaat vanuit het hoogoven proces volledig is toegekend aan de productie van *pig iron*. De ruwe hoogovenslakken worden in dit achtergrondproces gezien als een co-product zonder economische waarde.

Ruwe hoogovenslakken hebben echter wel degelijk een positieve marktwaarde en zijn hiermee, op basis van de EN15804, een co-product van het hoogovenproces waar ijzer (*pig iron*) wordt geproduceerd. Een deel van de milieulasten van het productieproces van het ijzer moet dan ook aan deze hoogovenslakken worden toegekend. De in de EN15804 voorgeschreven allocatiemethode is economische allocatie tenzij het verschil in gegenereerde omzet van beide producten laag is. De in Ecoinvent 3.3 gebruikte methode voor de afkap van de systeemgrenzen lijkt voor dit specifieke proces niet in overeenstemming met de EN15804. In deze praktijktoets zal hiervoor gecorrigeerd worden.

Uit het Ecoinvent 3.3 achtergrondproces “Pig iron {GLO}| production | Alloc Rec, U” volgt dat bij de productie van 1 ton *pig iron* er ook 0,261 ton ruwe hoogovenslakken worden geproduceerd.

Op basis hiervan kan in combinatie met de relevante marktwaarden de volgende allocatiesleutel afgeleid worden:

Tabel III.1: Allocatie milieulasten in “Pig iron {GLO}| production | Alloc Rec, U”

Co-producten	Productie per 1 ton <i>Pig iron</i> [ton]	Marktwaarde [USD / ton]	Omzet per 1 ton <i>Pig iron</i> [USD]	Allocatie percentage
Pig iron	1	291,4 <sup>7</sup>	291,4	96,9
Ruwe hoogovenslakken	0,261	35,5 <sup>8</sup>	9,3	3,1
		Totaal	300,7	100%

De globale ijzermarkt kent fluctuerende prijzen. Overeenkomstig de SBK bepalingsmethode (versie 2.0 - november 2014) is hiervoor een jaargemiddelde toegepast over de laatste 3 jaar.

<sup>7</sup>Steelonthenet.com, juli 2017. 3-jaars gemiddelde op basis van periode: juli 2014 t/m juni 2017. <http://www.steelonthenet.com/files/pig-iron.html>

<sup>8</sup>Iron blast furnace slag. [https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/iron\\_&\\_steel\\_slag/mcs-2017-fesla.pdf](https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/iron_&_steel_slag/mcs-2017-fesla.pdf).



Voor de marktwaarde van de hoogovenslakken is gekeken naar de meest recente informatie die beschikbaar was. Wanneer de historische gegevens bekeken worden dan is te zien dat de marktwaarde van de hoogovenslakken over de afgelopen jaren continu is gestegen. De verwachting van de markt is dat deze stijging doorzet door de toenemende vraag aan hoogovenslakken. Hieruit blijkt dat de allocatie percentage zoals uitgewerkt gevoelig is voor prijsschommelingen.

Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat economische allocatie in dit geval niet de meest transparante keuze is. Het is dan ook van belang dat afstemming plaatsvindt tussen de staal- en cementfabrikanten waarin wordt afgesproken hoe hier mee om wordt gegaan. Zodoende kunnen dubbeltellingen of omissies voorkomen worden.

#### *Recyclinggranulaat*

De milieulasten van het recyclinggranulaat, toegepast als grindvervanger, zijn volledig toegekend aan het voorgaande productsysteem waarbij de afvalstoffen zijn verwerkt tot de status van einde-afval is bereikt.

#### **Beton met een maximale toepassing van secundaire grondstoffen (in deze praktijktoets “secundair beton”)**

SlimBreken is een innovatieve methode voor het verwerken van betonpuin. De recycling techniek staat toe dat het betonpuin in de volgende fracties kan worden omgezet:

Cementsteen (cementhydraat): 20% 9 (fractie cement, vulstoffen en water).

Secundair grind: 45% (fractie riviergrind in oorspronkelijk betonmengsel).

Secundair zand: 35% (fractie rivierzand in oorspronkelijk betonmengsel).

De exacte samenstelling van de fracties is uiteraard afhankelijk van de receptuur van het oorspronkelijke betonmengsel dat als puin wordt gebroken. Er wordt gesteld dat er ook een significante hoeveelheid on-gehydrateerd cement teruggewonnen kan worden. De exacte hoeveelheid is afhankelijk van de hoeveelheid water dat is toegepast in de mortel en het type cement. In deze praktijktoets wordt ervan uitgegaan dat al het cement is gehydrateerd en onderdeel is van het cementsteen.

Het secundaire zand en grind dat teruggewonnen wordt kan direct opnieuw worden toegepast in nieuw beton.

Het is dan ook duidelijk dat er bij deze materialen na terugwinning dan ook sprake is van afval. Voor het cementsteen is dit minder duidelijk.

---

<sup>9</sup>Smart Crusher bv, 2016. De SmartCrusher Groeve 2020 – Betonpuin als nieuwe CO2-vrije groeve voor cementen productie. Juni 2014.

Zodoende wordt op basis van het stappenplan bepaald wanneer er voor deze stroom geen sprake meer is van afval:

1. *Het voorwerp wordt gebruikelijk toegepast voor specifieke doelen:*  
Ja, het cementsteen (gehydrateerde cement) kan in een cementoven worden toegepast als de-carbonatatievrije grondstof voor de productie van CEMI. Zo kan in regulier Portland-cement 80% van de klinker vervangen worden met het, in de cementoven opgewerkte cementsteen. Uit de massabalansen blijkt dat circa 1,73 kg cementsteen nodig is om in de cementoven 1 kg aan 'secundair cement' te produceren dat 1-op-1 klinker in CEMI kan vervangen.
2. *Er is een markt voor of er is vraag naar de stof of het voorwerp:*  
Ja, deze praktijktoets gaat uit van een cement dat is geproduceerd met de betreffende grondstof waarmee er per definitie vraag is naar de grondstof.
3. *De stof of het voorwerp voldoet aan de technische voorschriften voor de specifieke doelen en aan de voor producten geldende wetgeving en normen:*  
Ja, deze praktijktoets gaat uit van een cement dat is geproduceerd met de betreffende grondstof waarmee de technische specificaties per definitie voldoen aan de voorschriften.
4. *Het gebruik van de stof heeft over het geheel genomen geen ongunstige effecten voor het milieu of de menselijke gezondheid:*  
Ja, door de opwerking wordt voldaan aan een hogere standaard dan het LAP voorschrijft.

Op basis van het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat cementsteen, nadat het is opgewerkt tot de technische specificaties waarbij de klinker kan vervangen voldoet aan de eisen voor einde-afval. Met de toepassing kunnen CO<sub>2</sub>-emissies (als gevolg van calcineren) en ruwe grondstoffen worden uitgespaard. Deze baten zijn reeds in Module D van het voorgaande productsysteem gedeclareerd.

De secundaire grondstoffen zelf zijn hiermee vrij van milieubelasting beschikbaar in het huidige productsysteem omdat de milieusten van de verwerking tot het moment van einde-afval zijn toegekend aan het productsysteem waarin het afval is ontstaan.

### **Einde-afval fase (Module A/B/C)**

#### *Verwerking tot recyclinggranulaat*

Voor recyclinggranulaat zijn, door ministeriële regeling, criteria vastgesteld die bepalen wanneer deze niet langer als afval worden aangemerkt<sup>10</sup>. Recyclinggranulaat is gedefinieerd als een granulaat dat ontstaat bij het bewerken van steenachtige afvalstoffen en die overeenkomstig één van de volgende Europese productnormen is geproduceerd:

---

<sup>10</sup>Ministerie I&M, 2015. Regeling vaststelling van de status einde-afval van recyclinggranulaat. Regeling nr. IENM/BSK-2015/18222. 5 februari 2015.

Tabel III.2: Europese productnormen die relevant zijn naar aanleiding van de criteria voor einde-afvalstatus van recyclinggranulaten.

NEN- EN 12620	Toeslagmaterialen voor beton
NEN-EN 13043	Toeslagmaterialen voor asfalt en oppervlakbehandeling voor wegen, vliegvelden en andere verkeersgebieden
NEN-EN 13242	Korrelvormige materialen voor ongebonden en hydraulisch gebonden materialen voor civieltechnische werken en de wegenbouw
NEN-EN 13285	Verhardingslagen van steenmengsel
NEN-EN 13383-1	Waterbouwsteen
NEN-EN 13450	Toeslagmaterialen voor spoorwegballast
NEN-EN 14227-2	Hydraulisch gebonden mengsels – Specificaties – Deel 2: Slakgebonden mengsels
NEN-EN 14227-1	Hydraulisch gebonden mengsels – Specificaties – Deel 1: Cementgebonden mengsels
NEN-EN 13108-8	Asfaltgranulaat voor warm asfalt

Voor recyclinggranulaat gelden samengevat, naast enkele procedurele criteria (m.b.t. de conformiteitsverklaring en de kwaliteitsborging), de volgende materiaal- en proces gerelateerde criteria:

#### **Eisen aan de te bewerken steenachtige afvalstoffen tot recyclinggranulaat**

- Steenachtige afvalstoffen die tot recyclinggranulaat worden bewerkt, zijn geen gevaarlijke afvalstoffen.
- Steenachtige afvalstoffen die tot recyclinggranulaat worden bewerkt mogen de volgende stoffen en materialen niet bevatten:
  - a asbest en asbesthoudende of asbestverdachte materialen;
  - b teerhoudend asfalt;
  - c dakbedekkingsmaterialen;
  - d huishoudelijke afvalstoffen;
  - e gips, grond, roet en hout in een mate waarmee de kwaliteit van het recyclinggranulaat in gevaar kan komen.

#### **Productkwaliteit**

- Recyclinggranulaat voor toepassing op of in bodem, grond- of oppervlaktewater voldoet aan de samenstellingswaarden en de emissiewaarden die zijn vermeld in bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit.
- Voor recyclinggranulaat voor toepassing in asfalt bedraagt de samenstellingswaarde PAK's ten hoogste 75 mg/kg d.s.
- Het maximumgehalte aan verontreinigingen als bedoeld in artikel 5.6 in NEN-EN 13242:2003+A1:2008, in het recyclinggranulaat bedraagt maximaal:
  - a bij verontreinigingen met een soortgelijke massa van 1.000 kg/m<sup>3</sup> of minder: 10 cm<sup>3</sup>/kg;
  - b bij verontreinigingen met een soortgelijke massa meer dan 1.000 kg/m<sup>3</sup>: 1%.

In de praktijk kan aan de hiervoor genoemde criteria voor einde-afval worden voldaan op het moment dat het betonpuin op een conventionele manier bij een afvalverwerker is gebroken en gezeefd tot granulaat. De verwerker hoeft hierbij slechts aan te tonen dat aan de relevante eisen wordt voldaan. Vanuit de systeemgrenzen kan dus gesteld worden dat er naast het gebruikelijke breek- en zeefproces geen aanvullende milieu-relevante productieprocessen doorgelopen hoeven te worden.

Het verwerken tot en toepassen van recyclinggranulaat komt nog niet zo vaak voor als het toepassen van gebroken puin in bijvoorbeeld funderingen van GWW-werken. Zo kan steenachtig materiaal op basis van het *Besluit bodemkwaliteit* (Bbk) nuttig worden toegepast. De nuttige toepassing neemt niet weg dat het hierbij nog steeds kan gaan om materialen die in tegenstelling tot recyclinggranulaat een afval status hebben. In de EN15804 is voorgeschreven dat wanneer een afvalstroom wordt gestort (en dus bouwstof in het werk is aangebracht) de systeemgrens voor de betreffende stroom is bereikt. Echter het nuttig toepassen van dergelijke bouwstoffen wordt in de EU niet gezien als storten omdat de bouwstoffen in plaats komen van (primaire) materialen die anders voor de betreffende functie gebruikt hadden moeten worden.

Op basis van de 4 criteria uit de kaderrichtlijn afvalstoffen is het dus niet mogelijk het moment van de einde-afvalstatus vast te stellen. Het economisch omslagpunt zal in dit specifieke geval gebruikt worden om te bepalen waar de systeemgrenzen liggen. Er zijn kosten verbonden aan het storten van bouwstoffen bij afvalverwerkers. Daarentegen hebben niet-vormgegeven bouwstoffen eenmaal bij de afvalverwerkers een positieve marktwaarde<sup>11</sup>. Op basis hiervan wordt gesteld dat de systeemgrens voor zowel betongranulaat dat gerecycled wordt conform de *Regeling einde-afval van recyclinggranulaat* als betonpuin dat wordt toegepast als bouwstof gelijk is.

Indien de grondstoffen eenmaal tot beton zijn gevormd is het irrelevant in welke fase afval ontstaat. Zowel in de productfase (module A1-3), de bouwfase (module A4-5) als aan het einde van de gebouwlevensduur (module C3-4) zijn de verwerkingsmethoden en de systeemgrenzen gelijk.

### **Massabalans productsysteem en module D credits**

In de navolgende figuren zijn voor respectievelijk de productsystemen *Beton van CEMIII/A met 10% recyclinggranulaat* en *secundair beton* de massabalansen opgenomen.

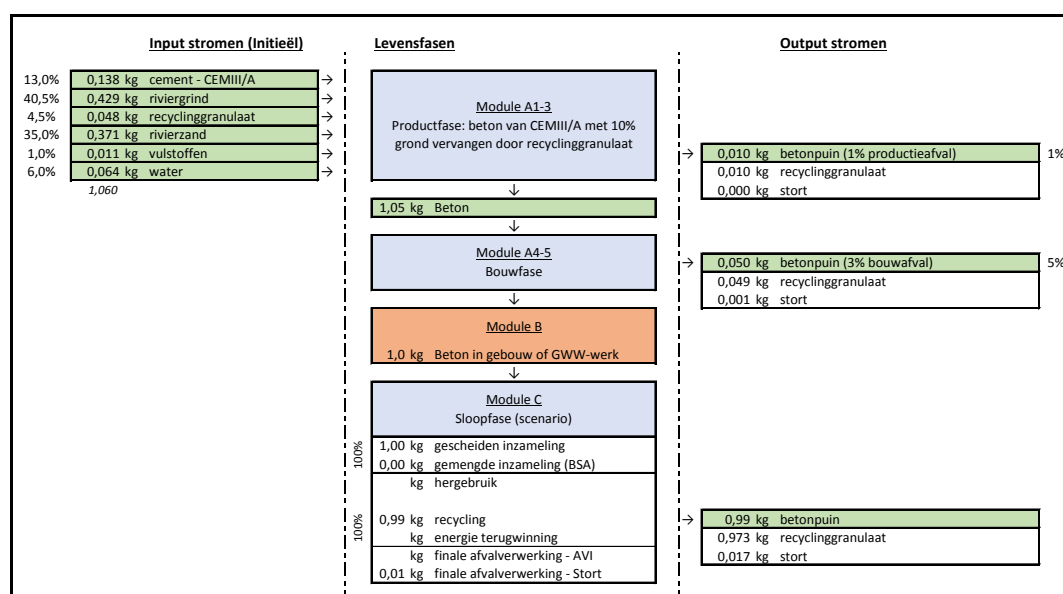
---

<sup>11</sup>Indicatie op basis van tarieven van een afvalverwerker.  
<http://www.vossenbergnl/afvalverwerking/tarieven.html>.

Ten behoeve van het modelleren zijn de volgende achtergrondprocessen uit de Ecoinvent 3.3 database gebruikt:

- CEM III / A 42.5 N, ENCI, c1.
- Cement, Portland {Europe without Switzerland} | production | Alloc Rec, U met 80% klinker vv (Klinkervervanger is leeg proces door systeemgrenzen).
- Grind 4-32, in en nabij Nederland geproduceerd door Cascade-leden, c2.
- Recyclinggranulaat (leeg proces door systeemgrenzen).
- Industriezand, in en nabij Nederland geproduceerd door Cascade-leden, c2.
- SBK 263 Vliegas.
- SBK 279 Water, drinkwater, grond.
- SBK BD Breekproces gem. (exclusief wassen).
- SBK BD Breekproces gem. (wasstap) BRBS (1999).
- Clinker {Europe without Switzerland} | production | Alloc Rec, U.

Hierbij is aangenomen dat het beton als in-situ product in het bouwwerk wordt aangebracht (5% bouwafval). Voor de afvalscenario's wordt aangesloten bij de fractie verhoudingen zoals opgenomen in de SBK bepalingmethode (versie 2.0, november 2014). Hierin wordt 99% gerecycled en 1% gestort. In deze massabalansen zijn voor het gemak de productieprocessen van de bouwproducten uit het beton niet meegenomen.

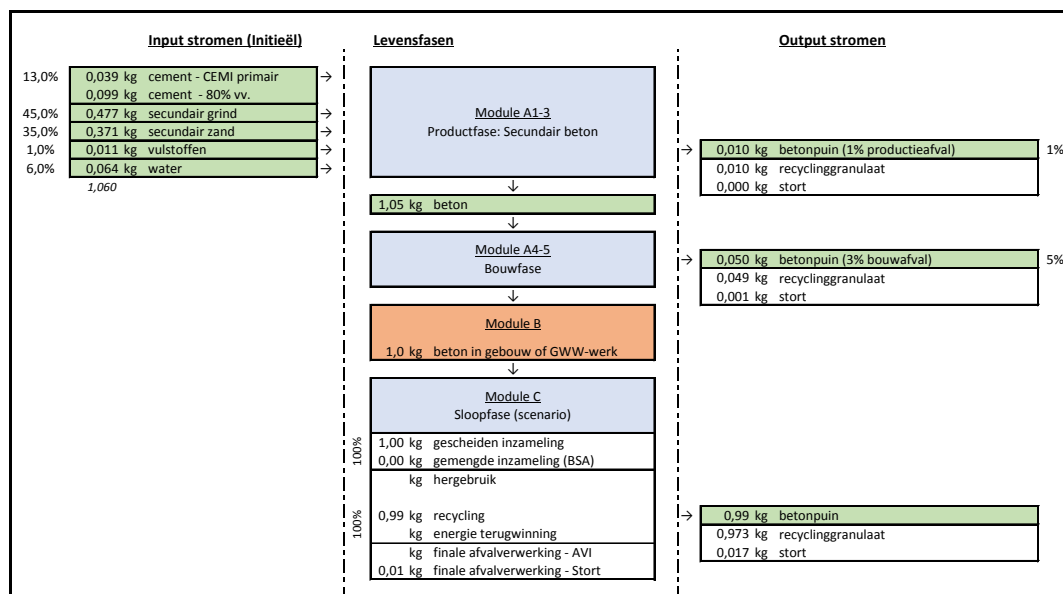


Figuur 7 Massabalans: Beton van CEMIII/A met 10% recyclinggranulaat in een gebouw of GWW-werk.

De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

- Primaire grondstoffen: 1,01 kg - netto input.
- Secundaire grondstoffen:
- Recyclinggranulaat uit beton: 0,98 kg - netto output.
  - Finale afval: 0,03 kg - netto output.

In module C is het omslagpunt bereikt waarbij er uiteindelijk meer betonpuin als secundaire grondstoffen vrij is gekomen dan er oorspronkelijk in het productsysteem als secundaire grondstoffen is ingegaan. Recyclinggranulaat vervangt in de receptuur van beton primair gewonnen grind. Deze fractie dient dan ook als substitutie voor het primair gewonnen grind in module D.



Figuur 8 Massabalans: *Secundair beton* in een gebouw of GWW-werk.

De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

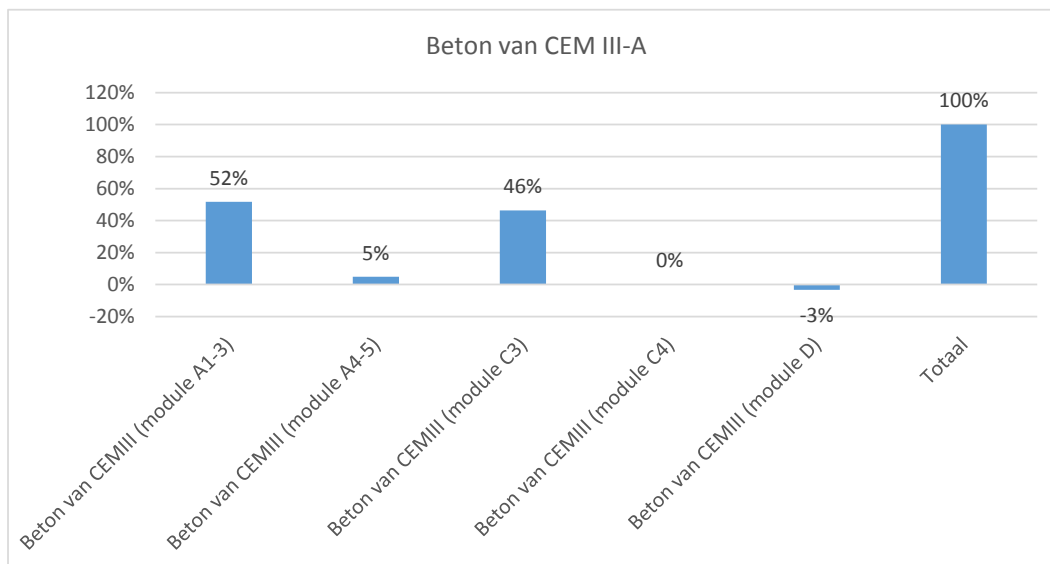
Primaire grondstoffen:	0,11 kg - netto input.
Secundaire grondstoffen:	
'Klinker vervanger':	0,10 kg - netto input.
Secundair grind:	0,48 kg - netto input.
Secundair betonzand:	0,37 kg - netto input.
Recyclinggranulaat uit beton:	1,03 kg - netto output.
Finale afval:	0,03 kg - netto output.

De massabalans laat zien dat de secundaire grondstoffen die als input worden gebruikt geen van alle netto output stroom weer beschikbaar komen. In plaats hiervan komen de grondstoffen gezamenlijk als recyclinggranulaat beschikbaar. Om de gevolgen hiervan in module D goed in beeld te krijgen is het dan ook van belang dat alle individuele stromen beschouwd worden waarbij ieder zijn eigen representatieve substitutieproces krijgt toegewezen.

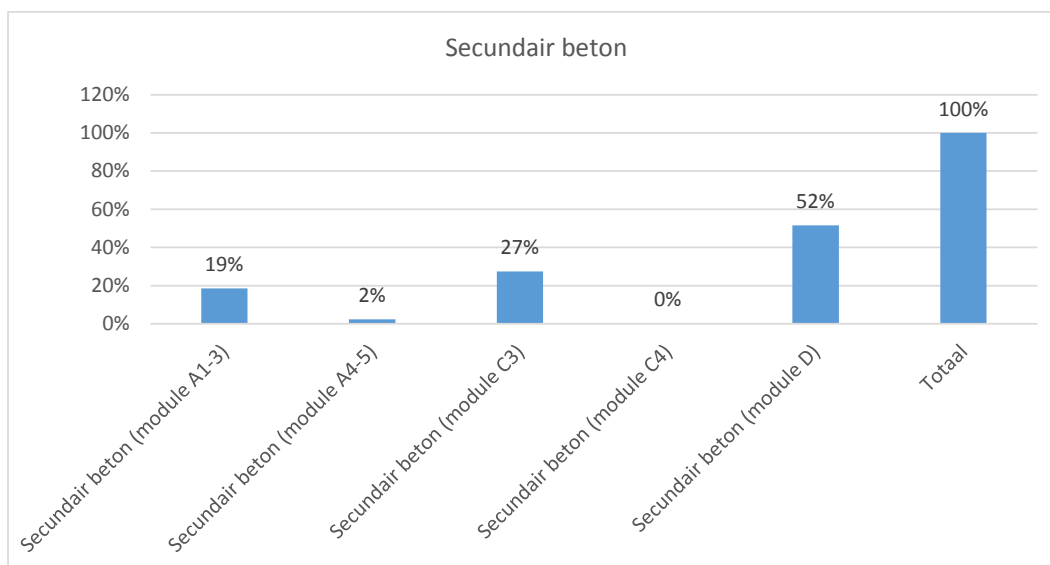
## Levenscyclusanalyse

### Zwaartepunt analyse

In de navolgende figuren is te zien wat per levensfase de relatieve milieu-impact is ten opzichte van de totale impact.



Figuur 9 Bijdrage aan milieu-impact per levensfase: Beton van CEM III/A in gebouw of GWW-werk



Figuur 10 Bijdrage aan milieu-impact per levensfase: 'Secundair' beton in gebouw of GWW-werk

## BIJLAGE IV PRAKTIJKTOETS HOUT

### Systemafbakening

#### Productfase (Module A)

De productie van hout(producten) begint met het kappen van de bomen. Door diverse productstappen wordt de bast van de stammen verwijderd, de ruwe balken gezaagd, gedroogd en eventueel geschaafd. In iedere zaag/schaaf stap komen zaagsel en incurante stukken hout vrij. Het resthout wordt zowel intern gebruikt voor de productie van warmte (voor het drogen) als voor de productie van bijvoorbeeld spaanplaten. In de productiefase van de ruwe houtproducten (halfabricaten) wordt dit resthout dan ook niet als afval beschouwd maar als co-product waar ook een deel van de milieubelasting is toegekend.

#### Einde-afval fase (Module A/B/C)

Er zijn in Europa geen criteria vastgesteld voor de einde afval status van Hout. Wel is er in Nederland een handreiking opgesteld waarin het ministerie van Infrastructuur en Milieu haar visie geeft over de afvalstatus van specifiek onbehandeld hout<sup>12</sup>. Hierin worden (n.a.v. de kaderrichtlijn afvalstoffen) de volgende voorwaarden gesteld voor de bijproductstatus van hout dat vrijkomt bij een bewerkingsproces (uit de houtverwerkende industrie):

a) *Het is zeker dat de stof of het voorwerp zal worden gebruikt.*

De houder (zagerij, meubelmaker, houthandel) moet kunnen aantonen dat er een afnemer is van het materiaal die zorgdraagt voor een verantwoorde benutting, bij voorkeur aan de hand van een schriftelijke overeenkomst.

b) *De stof of het voorwerk kan onmiddellijk worden gebruikt zonder enige verdere verwerking anders dan die welke bij normale productiepraktijken gangbaar is.*

Als het materiaal wordt toegepast in een bewezen functioneel en beheersbaar proces, dat wil zeggen een proces dat een specifiek beoogd product (stof, materiaal, voorwerp, artikel) oplevert, of een specifiek beoogde kwaliteit (energie, bodemverbetering, ophoging, afdekking, enz.), kan dat proces worden aangemerkt als 'normale productiepraktijk' en kunnen alle behandelingen die in het kader van dat proces plaatsvinden worden aangemerkt als 'gangbaar' bij deze normale productiepraktijk.

c) *De stof of het voorwerp wordt geproduceerd als een integraal onderdeel van een productieproces.*

Het residu is onlosmakelijk gekoppeld aan het productieproces waarbij het ontstaat, dat wil zeggen het ontstaat bij de gangbare, normaal beheerste uitvoering van het proces.

---

<sup>12</sup>Rijkswaterstaat, ministerie van Infrastructuur en Milieu. <https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen-1/afval/>.



d) *Verder gebruik is rechtmatig, m.a.w. de stof of het voorwerp voldoet aan alle voorschriften inzake producten, milieu- en gezondheidsbescherming voor het specifieke gebruik en zal niet leiden tot over het geheel genomen ongunstige effecten op het milieu of de menselijke gezondheid.*

Het gebruik moet voldoen aan geldende product-, arbo-, milieu- en omgevingswetgeving. Een gebruik dat laagwaardiger is dan de minimumstandaard voor A-hout in LAP (namelijk nuttige toepassing volgens sectorplan 36), wordt niet beschouwd als rechtmatig, omdat er dan geen sprake is van efficiënt grondstofgebruik en er zodoende over het geheel genomen sprake is van ongunstige effecten op het milieu.

Indien hout is of wordt gemengd met een afvalstof, wordt het mengsel als een afvalstof beschouwd. Het voldoen aan voorwaarde (a), voorwaarde (b) en voorwaarde (d) is dan niet gegarandeerd en er wordt in elk geval niet voldaan aan voorwaarde (c).

De handreiking beschrijft specifiek dat er sprake moet zijn van onbehandeld hout. Vanuit het perspectief van timmerfabrieken waar hout wordt verwerkt tot bijvoorbeeld kozijnen is het hout dat vrijkomt in ieder geval een afvalproduct wanneer dit met het reguliere afval wordt afgevoerd of indien dit behandeld is met een coating en/of grondverf. Om als bijproduct te worden aangemerkt moet dit in ieder geval apart verzameld worden overeenkomstig een contractuele verplichting met een afnemer. Indien het hout als afval wordt afgevoerd dan wordt deze op de reguliere methode verwerkt.

Wanneer het hout dat vrijkomt bij een verwerkingsproces voldoet aan de voorwaarden van een bijproduct dan moeten de milieulasten conform de eisen uit de EN 15804 economisch gealloceerd worden aan dit bijproduct. Het is denkbaar dat het hout dat vrijkomt bij een verwerkingsproces wel als bijproduct wordt gekarakteriseerd maar nog geen economische waarde heeft, bijvoorbeeld doordat voor de afname betaald moet worden. Als gevolg hiervan wordt er op basis van economische allocatie geen milieubelasting aan deze stroom toegekend. In de praktijktoets is van dit laatste uitgegaan.

Indien niet wordt voldaan aan de voorwaarden dan ligt de systeemgrens op het moment dat de afvalstroom is verwijderd (door stort of verbranding) of op het moment dat deze de einde-afvalstatus heeft bereikt (bij recycling, door een verwerkingsproces).

In deze praktijktoets is voor de verwerking van houtafval, dat niet is gekarakteriseerd als bijproduct, aangesloten bij het forfaitaire afvalscenario voor *hout, 'schoon' via restmateriaal* zoals opgenomen in de SBK bepalingmethode (versie 2.0, november 2014). Hierin wordt 5% gerecycled, 10% gestort en 85% verbrand. De fractie die wordt gerecycled, wordt meegenomen totdat wordt voldaan aan de criteria voor einde-afval. De fractie die wordt gestort en/of verbrand wordt meegenomen tot op het moment dat deze zijn verwijderd.

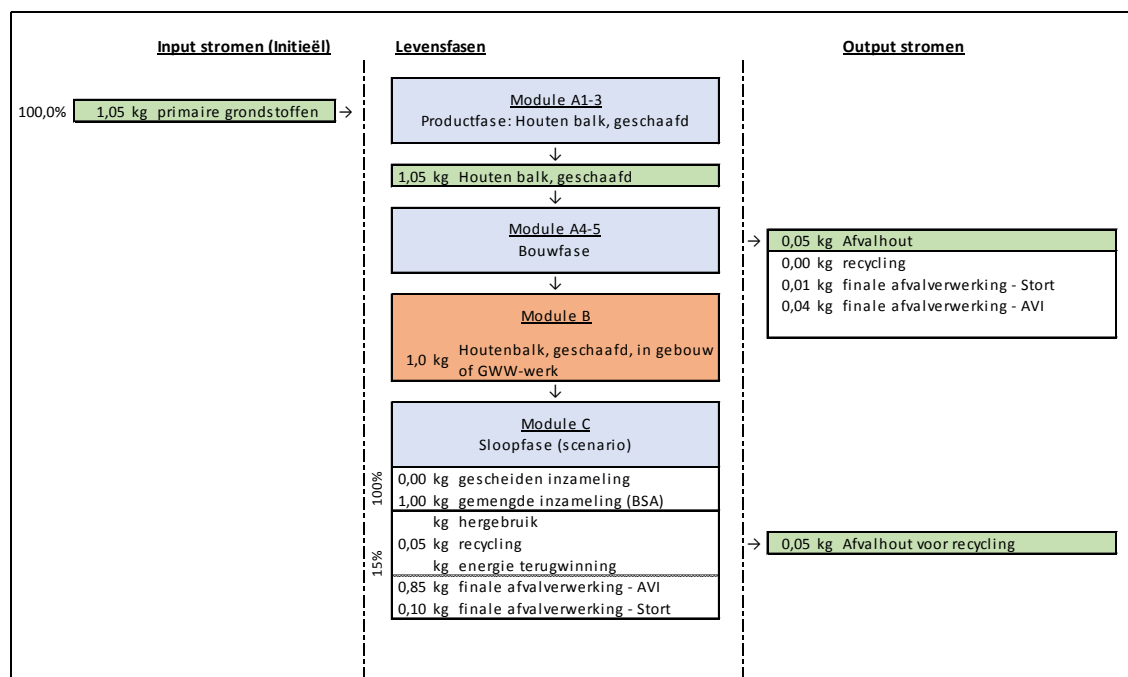
In de praktijktoets wordt ervan uitgegaan dat de fractie schoon hout dat wordt gerecycled wordt gesorteerd bij een recyclingstation. Daarna is het bruikbaar voor een specifieke toepassing en de einde afvalstatus is bereikt. Hierdoor wordt slechts het transportproces naar het recyclingbedrijf toegekend aan de milieubelasting van de afvalverwerking. Omdat er voor gekozen is in deze praktijktoets de transportprocessen niet mee te nemen zijn modelmatig de fracties die gerecycled worden identiek aan de fracties die als bijproduct beschikbaar zijn gekomen.

### Massabalans productsysteem en module D credits

In de navolgende figuur voor het productsysteem *hout* is de massabalans opgenomen. Ten behoeve van het modelleren zijn de volgende achtergrondprocessen uit de Ecoinvent 3.3 database gebruikt:

- Sawnwood, beam, softwood, raw, dried (u=10%) {RoW} | beam, softwood, raw, kiln drying to u=10% | Alloc Rec, U.

In de praktijktoets is een soortelijk gewicht van 460 kg/m<sup>3</sup> hout gehanteerd (droog gewicht). Ook is aangenomen dat het hout, als een geschaafde balk, in-situ in het bouwwerk is aangebracht (5% bouwafval). Voor de afvalscenario's wordt aangesloten bij de fractie verhoudingen zoals in de voorgaande paragraaf zijn beschreven. In de massabalans zijn voor het gemak de productieprocessen van de bouwproducten, uit het gezaagde hout als halffabricaat (zoals bijvoorbeeld kozijnen), niet meegenomen.



Figuur 11 Massabalans: Houten balk, geschaafd, in gebouw of GWW-werk

### Hout en module D

De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

Primaire grondstoffen:	1,05 kg - netto input.
Secundair hout voor recycling:	0,05 kg - netto output.
Finale afval:	1,00 kg - netto output (waarvan 0,9 kg verbrand in een AVI).

Al het secundaire hout dat vrijkomt voor recycling kan als vermeden productie in module D worden gedeclareerd. Dit omdat er geen secundaire grondstoffen het productsysteem zijn ingegaan. Van de fractie afval die wordt verwijderd wordt 0,9 kg verbrand in een AVI. Omdat hierbij energie wordt geproduceerd kunnen hiervoor in Module D baten worden gedeclareerd.

Zoals eerder gesteld worden de module D-baten berekend op basis van de *primaire equivalent*. Voor het gerecyclede hout geldt hierbij dat op basis van het specifieke materiaal/product gekeken moet worden naar het proces waarbij er na afloop geen onderscheid meer is te maken tussen de primaire en secundaire grondstof. Door recycling kan in dit specifiek voorbeeld een houten balk overeenkomstig het input materiaal van de timmerfabriek uitgespaard worden.

Voor het berekenen van de module D baten door de energieproductie bij het verbranden van afval wordt in eerste instantie de hoeveelheid geproduceerde energie berekend op basis van de LHV van het hout en het elektrisch en thermisch rendement van de afvalenergiecentrale. Hierbij zijn voor de huidige praktijktoets de uitgangspunten gehanteerd zoals deze ook in de huidige bepalingmethode voorgeschreven worden (LHV Hout: 13,99 MJ/kg – rendement AEC: 16% elektrisch / 18% thermisch).

In het huidige productsysteem van hout is de geëxporteerde energie als volgt berekend:

- $0,9 \times 13,99 \times 16\% = 2,00$  MJ-elektra uit houtafval;
- $0,9 \times 13,99 \times 18\% = 2,25$  MJ-warmte uit houtafval.

Op basis hiervan kan voor de geëxporteerde energie baten worden berekend in module D. Hierbij is uiteraard wel van belang dat rekening wordt gehouden met specifiek de energiedrager om de baten op een correcte manier te berekenen. In de huidige bepalingmethode (versie 2.0 – november 2014) staan de achtergrondprocessen voorgeschreven waarmee invulling gegevens kan worden aan de baten door geëxporteerde energie. Deze processen beschrijven echter niet de correcte *primaire equivalent*. Zo wordt er geen rekening gehouden met de *energiedrager*. Ook wordt voor het elektriciteit de toekomstige Nederlandse productiemix voorgeschreven als substitutieproces.

Op basis van de hiervoor benoemde eenheden (MJ-elektra uit afvalhout) zijn de meest representatieve (technologisch / geografisch / tijdsgebonden) substitutie processen voor het *geëxporteerde energie* gekozen.

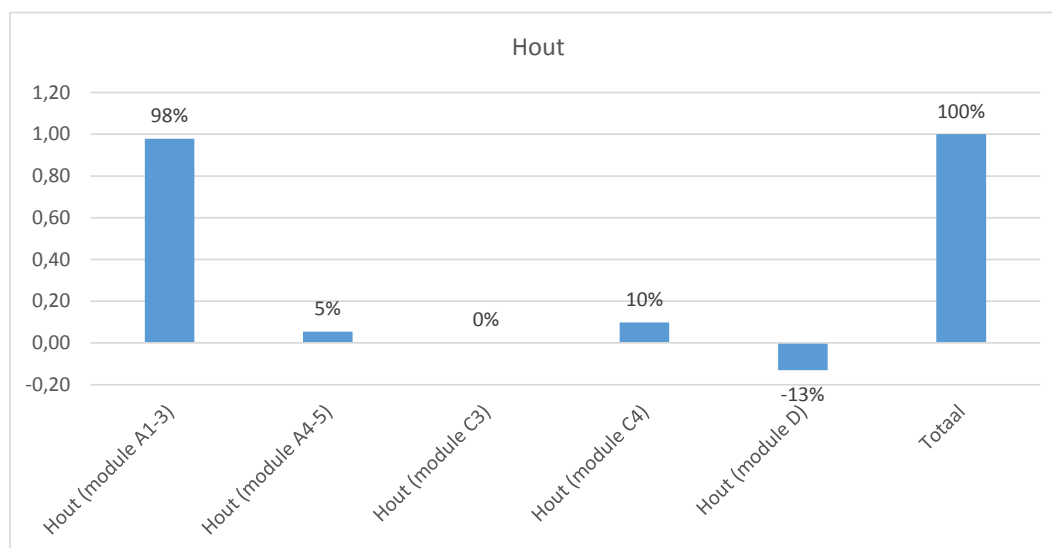
In de praktijktoets zijn zodoende voor hout de navolgende twee processen gehanteerd:

1. Heat, at cogen 6400kWth, wood, allocation heat/CH U.
2. Electricity, at cogen 6400kWth, wood, allocation heat/CH U.

## Levenscyclus analyse

### Zwaartepunt analyse

In de volgende figuur is te zien wat per levensfase de relatieve milieupact is ten opzichte van de totale impact.



Figuur 12 Bijdrage aan milieupact per levensfase: Houten balk, geschaafd, in gebouw of GWW-werk

### Milieuparameters

In de navolgende figuren zijn de milieuparameters weergegeven die informatie geven over het gebruik van grondstoffen en de afvalstromen per levensfase.

Parameters per module					
	Module				Totaal
	A1-3	A4-5	C3	C4	
Use of primary material	1,000	0,050			1,050
Use of secondary material					0,000
<b>Total input</b>	<b>1,000</b>	<b>0,050</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,050</b>
Components for re-use					0,000
Materials for recycling		0,003	0,05		0,053
Materials for energy recovery					0,000
Hazardous waste disposed**					0,000
Non-hazardous waste disposed		0,048		0,95	0,998
<b>Total output</b>	<b>0,000</b>	<b>0,050</b>	<b>0,050</b>	<b>0,950</b>	<b>1,050</b>

	Module				Totaal
	A1-3	A4-5	C3	C4	
Exported energy*					
<i>MJ-elektra uit houtafval</i>		0,10		1,90	2,00
<i>MJ-warmte uit houtafval</i>		0,11		2,14	2,25
<b>Total output</b>	<b>0,00</b>	<b>0,20</b>	<b>0,00</b>	<b>4,04</b>	<b>4,25</b>

Figuur 13 Milieuparameters per levensfase: Houten balk, geschaafd, in gebouw of GWW-werk

## BIJLAGE V PRAKTIJKTOETS VLAKGLAS – GLASWOL

Vlakglas wordt als isolatieglas, gelaagd en/of gehard gas veelvuldig toegepast in gebouwen. De basis grondstoffen voor vlakglas zijn zand (silica), kalk, soda die worden versmolten. Het vloeibare glas wordt aansluitend op een bad van vloeibaar tin gegoten waar het op uitvlakt.

Glaswol wordt geproduceerd uit dezelfde grondstoffen echter in iets andere verhoudingen. Voor de productie van glaswol wordt het glas zodra het is versmolten en de juiste temperatuur heeft bereikt in een centrifuge tot vezels gevormd. De vezels worden voorzien van een kunsthars waarna het product in de juiste afmetingen wordt gevormd en uithard.

De eigenschappen van glas zijn zodanig dat deze in principe de potentie heeft om eendeloos te kunnen worden gerecycled zonder verlies van kwaliteit. Het opnieuw smelten van kringloopglas kost veel minder energie dan het smelten en vormen van glas uit primaire grondstoffen omdat er geen chemische reactie plaatsvindt tijdens het smeltproces. Echter vanwege de hoge eisen met betrekking tot zuiverheid vindt recycling binnen het productsysteem van vlakglas, buiten het eigen productieafval, op dit moment nog slechts beperkt plaats. In 2016 was slechts 4% van de totale hoeveelheid kringloopglas naar de productie van vlakglas gegaan. Het grootste deel van het kringloopglas is toegepast in de verpakkingindustrie met 73% gevolgd door de productie van glaswol isolatie met 19%.

### **Systeemafbakening**

#### **Productfase (Module A)**

De productie van glas begint met het mengen van de batch (samenstelling van ruwe grondstoffen) voordat deze de smeltoven ingaan. Dit is ook het moment waarbij kringloopglas wordt bijgemengd. Zodra het glas uit de smeltoven gereed is voor het verdere productieproces is er voor een specifieke toepassing geen onderscheid meer te maken tussen het kringloopglas en het glas uit de primaire grondstoffen.

#### **Einde-afval fase (Module A/B/C)**

Voor kringloopglas zijn op Europees niveau criteria vastgesteld die bepalen wanneer kringloopglas niet langer als afval worden aangemerkt<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup>EU Verordening 1179/2012 - tot vaststelling van criteria die bepalen wanneer kringloopglas overeenkomstig Richtlijn 2008/98/EG van het Europees Parlement en de Raad niet langer als afval wordt aangemerkt

Voor kringloopglas gelden de volgende criteria:

- 1) *Kwaliteit van het door terugwinning verkregen kringloopglas:*
  - a) Het kringloopglas dient te voldoen aan een specificatie van de klant of de industrie of een norm voor rechtstreeks gebruik ter vervaardiging van glas of glazen voorwerpen door omsmelting in glasfabricage-installaties.
  - b) Voor niet-glas componenten zoals (non-)ferrometalen en (an)organische stoffen gelden grenswaarden.
  - c) Het kringloopglas mag geen gevaarlijke eigenschappen bevatten of gekarakteriseerd zijn als gevaarlijk afval.
  
- 2) *Afvalstoffen die worden gebruikt als input voor terugwinningsactiviteiten:*
  - a) Alleen afval van in de inzameling van terugwinbaar verpakkingsglas, vlakglas of loodvrij tafelglas mag als input worden gebruikt. Het ingezamelde glasafval mag onbeoogde kleine hoeveelheden van andere glastypes bevatten.
  - b) Glashoudend afval verkregen uit gemengd huishoudelijk vast afval en afval afkomstig uit de gezondheidszorg sector mag niet worden gebruikt.
  - c) Gevaarlijk afval mag niet worden toegepast.
  
- 3) *Verwerkingsprocessen en –technieken*
  - a) Glashoudend afval moet zijn ingezameld, gescheiden en verwerkt en moet vanaf dat moment gescheiden van andere afvalstoffen worden bewaard.
  - b) Alle bewerkingen (zoals verbrijzelen, sorteren, scheiden en reinigen) die nodig zijn om het kringloopglas voor te bereiden om (door omsmelting) direct te worden gebruikt voor vervaardiging van glas of glazen voorwerpen, moeten zijn uitgevoerd.

#### Module A1-3

Glasafval dat vrijkomt bij de productie van vlakglas of glaswol wordt grotendeels weer direct toegepast in het eigen productieproces. De productie van glasafval in deze fase is zodoende verwaarloosbaar en zal in deze praktijktoets niet nader beschouwd worden.

#### Module A4-5

Vlakglas dat tijdens de productie van dubbelglas of tijdens de bouwphase verloren gaat (als bouwafval) zal als gescheiden fractie afgevoerd worden. Voordat deze producten weer toegepast kunnen worden in het productieproces van nieuw glas, zullen de noodzakelijke bewerkingen moeten zijn uitgevoerd. De lasten van deze afvalstroom zullen dus meegenomen moeten worden totdat wordt voldaan aan de criteria voor einde-afval van kringloopglas.

Glaswol isolatiemateriaal dat tijdens de bouwphase verloren gaat wordt grotendeels nog afgevoerd met het reguliere bouw- en sloopafval (BSA). Er zijn weliswaar diverse fabrikanten die gescheiden inzameling op de bouw faciliteren echter dit is nog geen gemeengoed.

Zowel in het huidige als de in ontwikkeling zijnde Landelijke Afvalbeheerplan (respectievelijk LAP2 en LAP3) is geen beleid opgesteld over hoe glaswol als afval verwerkt moet worden. Vanwege het gebrek aan nieuwe inzichten wordt in deze praktijktoets voor de verwerking van glaswol aangesloten bij de fractie verhoudingen zoals opgenomen in de SBK bepalingmethode (versie 2.0, november 2014). Hierin wordt 10% gerecycled, 85% gestort en 5% verbrand. Het deel dat wordt gerecycled dient overeenkomstig de eerdere stromen te worden meegenomen totdat wordt voldaan aan de criteria voor einde-afval. Het deel dat wordt gestort en/of verbrand moet meegenomen worden tot op het moment dat het is verwijderd.

### Module C3

In Nederland geldt sinds 2014 de verplichting, vanuit het bouwbesluit, dat vlakglas (al dan niet met kozijn) op de bouw als gescheiden afvalfractie ingezameld moet worden bij partijen van >1 m<sup>3</sup>. In 2016 heeft Vlakglas Recycling Nederland (VRN) 83% van de beschikbare hoeveelheid vlakglas ingezameld.

Van de totale hoeveelheid vlakglas dat door VRN is ingezameld wordt 93% ook daadwerkelijk verwerkt tot kringloopglas. De overige 7% betreft afvalglas dat alsnog gestort moet worden (2%) en overige materialen (vervuiling) die voor nuttige toepassing bestemd zijn (5%) <sup>14</sup>.

Op basis van deze cijfers kan afgeleid worden dat als de niet-glas componenten buiten beschouwing worden gelaten circa 98% van het glas dat wordt verwerkt daadwerkelijk als kringloopglas beschikbaar komt (efficiency recycling proces). In het recycling proces gaat 2% glas verloren dat alsnog gestort wordt in module C4.

### Module C4

Voor de overige 17% beschikbare vlakglasafval dat niet door VRN verwerkt wordt zal aangesloten worden bij dezelfde fractie verhoudingen voor stort en verbranding zoals opgenomen in de bepalingmethode voor glaswol. In dit scenario wordt van de 90% die niet wordt gerecycled 94% gestort en 6% verbrand in een AVI.

Voor vlakglasafval stellen we zodoende de volgende verdeling van finale afvalverwerking voor:

Stort:	16%	(17% x 94%)
AVI:	1%	(17% x 6%)

### Massabalans productsysteem en module D credits

In de navolgende figuren zijn voor respectievelijk de productsystemen vlakglas en glaswol in de massabalansen opgenomen.

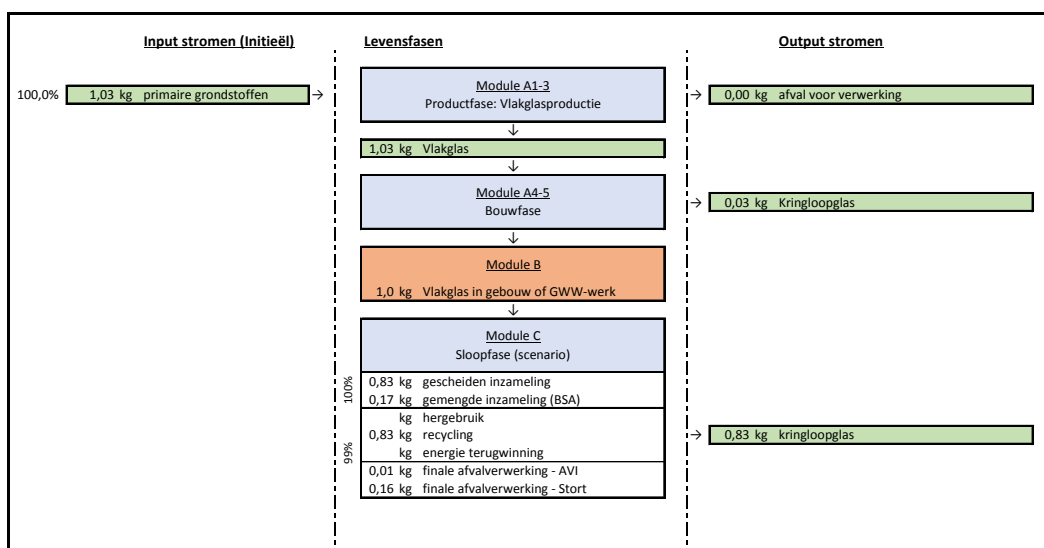
---

<sup>14</sup>Vlakglas Recycling Nederland, jaarverslag 2016.

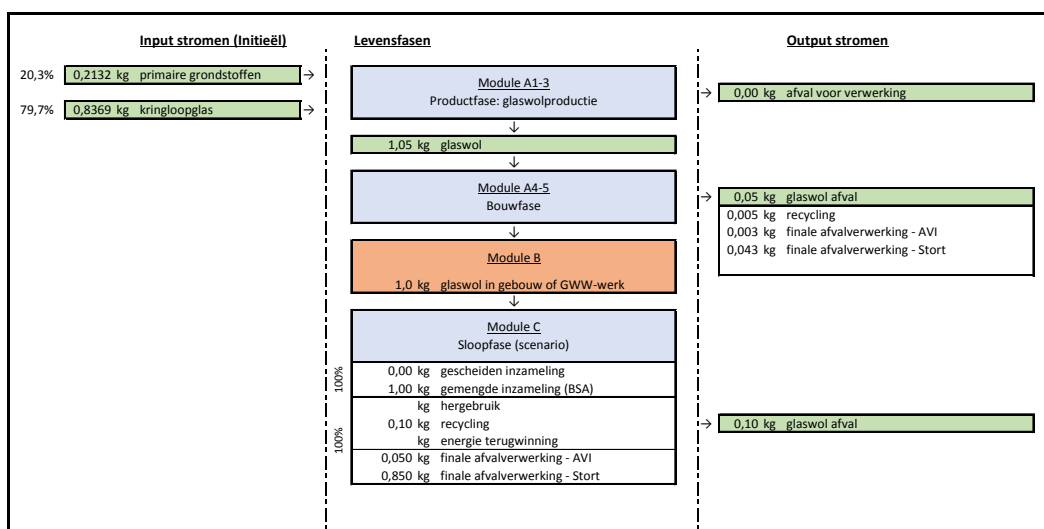
Ten behoeve van het modelleren zijn de volgende achtergrondprocessen uit de Ecoinvent 3.3 database gebruikt:

- Flat glass, uncoated {RoW}| production | Alloc Rec, U.
- Glass wool mat {RoW}| production | Alloc Rec, U.

Hierbij is aangenomen dat het vlakglas als prefabproduct in het bouwwerk worden aangebracht (3% bouwafval). De glaswol wordt als isolatiemateriaal in-situ in het bouwwerk aangebracht (5% bouwafval). Voor de afvalscenario's wordt aangesloten bij de fractieverhoudingen zoals in de voorgaande paragraaf zijn beschreven. In deze massabalans zijn voor het gemak de productieprocessen van de bouwproducten uit het vlakglas als halffabricaat (zoals bijvoorbeeld isolatieglas) niet meegenomen.



Figuur 14 Massabalans: Vlakglas in gebouw of GWW-werk



Figuur 15 Massabalans: Glaswol in gebouw of GWW-werk



### *Vlakglas en module D*

De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

Primaire grondstoffen:	1,03 kg	- netto input
Kringloopglas:	0,84 kg	- netto output
Finale afval:	0,19 kg	- netto output

Er vindt geen hergebruik van vlakglas plaats. Vanwege de beperkte toepassing van kringloopglas in vlakglas wordt in module A4-5 al het omslagpunt bereikt waarbij meer secundair glas vrij is gekomen dan er oorspronkelijk het productsysteem in is gegaan. Deze fractie kringloopglas dient als substitutie voor het productieproces waarbij glas uit primaire grondstoffen wordt geproduceerd. Kringloopglas heeft diverse toepassingen in de glasindustrie. In deze praktijktoets is aangenomen dat 21% wordt toegepast bij de productie van glaswol en 79% bij de productie van verpakkingsglas<sup>15</sup>.

### *Glaswol en module D*

De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

Primaire grondstoffen:	0,37 kg	- netto input
Kringloopglas:	0,58 kg	- netto input
Finale afval:	0,95 kg	- netto output

Er vindt geen hergebruik van glaswol plaats. Op basis van een inschatting en ten behoeve van het recyclen wordt aangenomen dat het glaswol bestaat uit 10% kunsthars en 90% glascomponenten. Er komt daarbij minder secundair glaswol voor recycling vrij dan er oorspronkelijk het productsysteem in is gegaan. Het productsysteem is hierdoor continu afhankelijk van de aanvoer van een externe aanvoer van kringloopglas of glaswol. Voorbij de systeemgrenzen betekent dit een verlies dat aangevuld moet worden vanuit een ander productsysteem. Dit is in de praktijk kringloopglas dat netto vrijkomt in het productsysteem van vlakglas en verpakkingsglas. In het productsysteem van vlakglas zijn hiervoor reeds module D-credits toegekend omdat de productie van glas uit primaire grondstoffen kan worden uitgespaard. Voor een correcte toepassing (zonder omissies) is het noodzakelijk dat het verlies wordt gecompenseerd door het verschil van impact tussen primair geproduceerd glas en de impact van glas geproduceerd uit kringloopglas als last in module D van dit productsysteem te declareren.

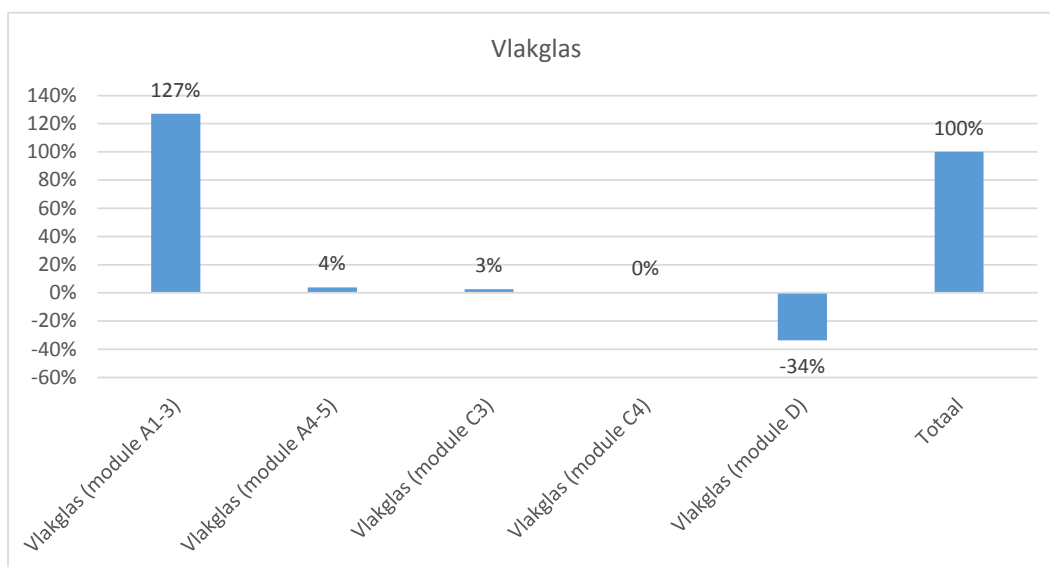
## **Levenscyclus analyse**

### *Zwaartepunt analyse*

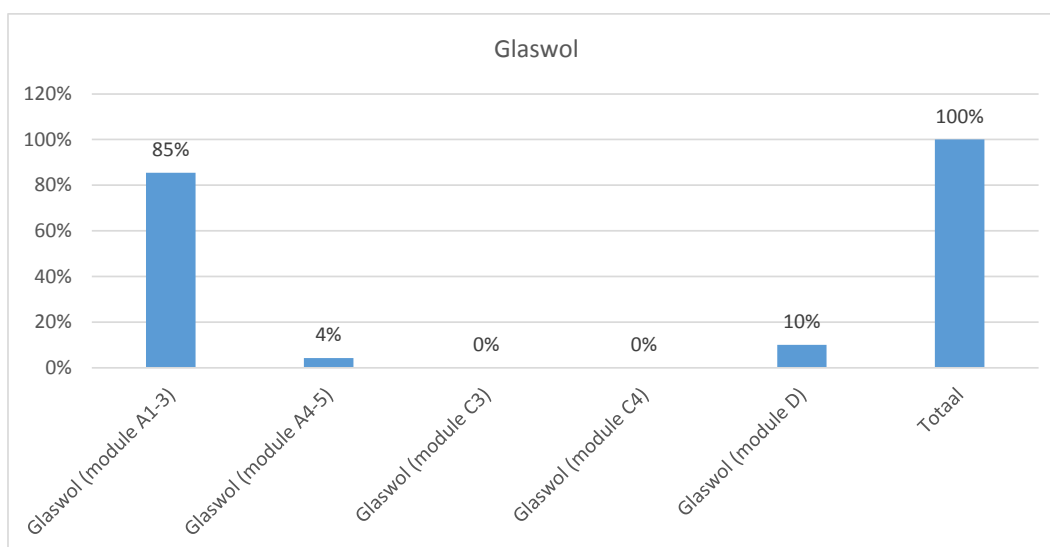
In de navolgende figuren is te zien wat per levensfase de relatieve milieu-impact is ten opzichte van de totale impact.

---

<sup>15</sup>Verhoudingen tussen beide toepassingen uit bron (11), tabel 3, wanneer enkel de toepassing in isolatieproducten en de verpakkingsindustrie wordt beschouwd.



Figuur 16 Bijdrage aan milieu-impact per levensfase: Vlakglas in gebouw of GWW-werk



Figuur 17 Bijdrage aan milieu-impact per levensfase: Glaswol in gebouw of GWW-werk

### Milieuparameters

In de navolgende figuren zijn de milieuparameters weergegeven die informatie geven over het gebruik van grondstoffen en de afvalstromen per levensfase.

<b>Parameters per module</b>					
	Module				Totaal
	A1-3	A4-5	C3	C4	
Use of primary material	1,000	0,03			1,03
Use of secondary material					0
<b>Total input</b>	<b>1,000</b>	<b>0,030</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,030</b>
Components for re-use					0,00
Materials for recycling		0,03	0,81		0,84
Materials for energy recovery					0,00
Exported energy*					0,00
Hazardous waste disposed**					0,00
Non-hazardous waste disposed		0,00		0,19	0,19
<b>Total output</b>	<b>0,000</b>	<b>0,030</b>	<b>0,813</b>	<b>0,187</b>	<b>1,030</b>

Figuur 18 Milieuparameters per levensfase: Vlakglas in gebouw of GWW-werk

<b>Parameters per module</b>					
	Module				Totaal
	A1-3	A4-5	C3	C4	
Use of primary material	0,203	0,010			0,213
Use of secondary material	0,797	0,040			0,83685
<b>Total input</b>	<b>1,000</b>	<b>0,050</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,050</b>
Components for re-use					0,000
Materials for recycling		0,005	0,078		0,083
Materials for energy recovery					0,000
Exported energy*					0,000
Hazardous waste disposed**					0,000
Non-hazardous waste disposed		0,045		0,922	0,967
<b>Total output</b>	<b>0,000</b>	<b>0,050</b>	<b>0,078</b>	<b>0,922</b>	<b>1,050</b>

Figuur 19 Milieuparameters per levensfase: Glaswol in gebouw of GWW-werk

## BIJLAGE VI PRAKTIJKTOETS ASFALT

In Nederland worden vele vormen van asfalt toegepast in de wegenbouw. Niet-teerhoudend asfalt dat als afval vrijkomt bij werken wordt in het LAP2 gezien als 'steenachtig materiaal'. De minimum standaard voor het verwerken op basis hiervan is recycling. In de inspraakversie van het LAP3 is voor asfalt (al dan niet teerhoudend) een aparte sectorplan opgesteld.

Asfalt dat vrijkomt uit oude werken wordt in de praktijk hergebruikt in nieuw asfalt of met cement gebonden voor wegfunderingen. Het gaat hierbij om zowel freesasfalt als gebroken asfaltschollen. De hoeveelheid asfalt, als percentage partiële recycling (PR), die hergebruikt kan worden in nieuwe asfaltmengsels varieert per type en toepassing.

Gezien het veelvuldige hergebruik van asfaltgranulaat wordt voor deze materiaalstroom specifiek gekeken naar de verschillende toepassingen van asfalt in een volgend productsysteem.

Hierbij wordt uitgegaan van asfaltgranulaat dat is geproduceerd uit vrijgekomen steenslagasfaltbeton (STAB) met de volgende samenstelling (afgeleid van NMD achtergrondproces 'SBK STAB 0% PR):

Steenslag:	0,526 kg	52,6 %
Zand:	0,415 kg	41,5 %
Vulstof:	0,034 kg	3,4 %
Bitumen:	0,025 kg	2,5 %

### Systemafbakening

#### Productfase (Module A)

Voor het praktijkonderzoek grondstoffenefficiency zijn de volgende productsystemen beschouwd waarin vrijgekomen asfaltgranulaat wordt toegepast:

1. *STAB-asfaltmengsel met 50% PR.*
2. *Wegfundering van (cementgebonden) asfaltgranulaat.*

Asfaltgranulaat dat is geproduceerd uit freesasfalt of gebroken asfaltschollen wordt beschouwd als recyclinggranulaat. In bijlage III van dit rapport (praktijktoets Cement – CEM III & Beton) is voor recyclinggranulaat het moment van einde-afval al toegelicht. Voor de praktijktoets van 'asfalt' betekent dit dat het asfaltgranulaat vrij van milieubelasting beschikbaar is in het huidige productsysteem.

#### Einde-afval fase (Module A/B/C)

Aan het einde van de technische levensduur van het asfalt of van een cementgebonden wegfundering komen de betreffende materialen opnieuw vrij als 'steenachtig materiaal'. Deze stromen worden opnieuw opgewerkt tot recyclinggranulaat. De milieulasten ten gevolge van het opwerken van de materialen tot het moment van de einde-afvalfase dienen volledig aan het huidige productsysteem toegekend te worden (ook dit is eerder toegelicht in bijlage III van dit rapport).

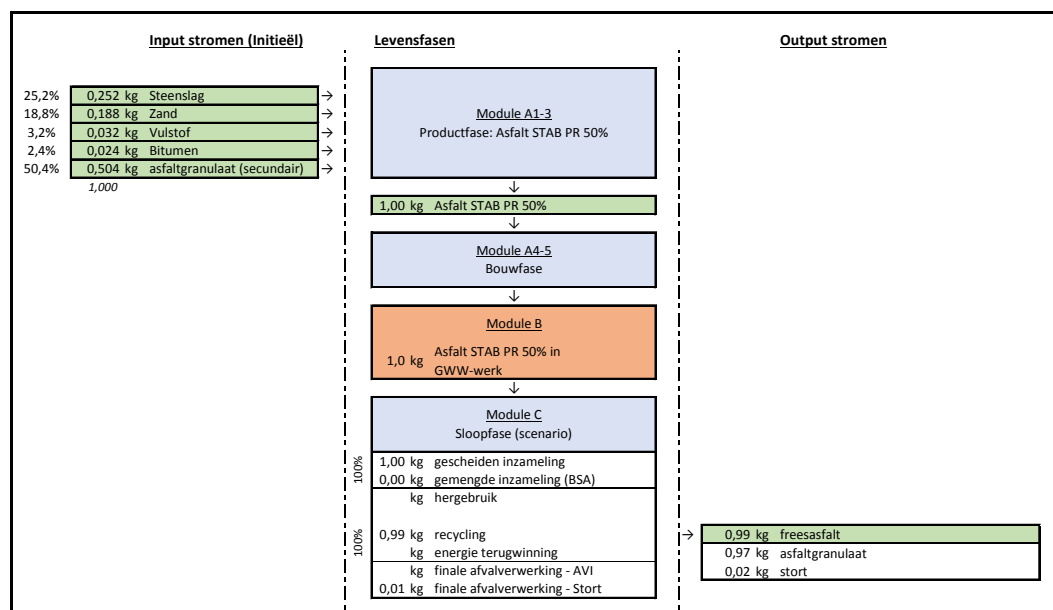
De intrinsieke eigenschappen van het verkregen recyclinggranulaat zijn van beide productsystemen wel verschillend. Dit zal invloed hebben op de secundaire grondstoffen die voor een volgend productsysteem beschikbaar is, de primaire grondstoffen die hiermee kunnen worden uitgespaard en dus de invulling van module D.

### Massabalans productsysteem en module D credits

In de navolgende figuren zijn voor respectievelijk de productsystemen *STAB-asfaltmengsel met 50% PR* en een *Wegfundering van (cementgebonden) asfaltgranulaat* in de massabalansen opgenomen. Ten behoeve van het modelleren zijn de volgende achtergrondprocessen uit de Ecoinvent 3.3 database gebruikt:

1. SBK Asfalt (STAB) partiële recycling 50%.
2. SBK STAB 0% PR.
3. SBK Productie RAP.
4. SBK AGRAC.

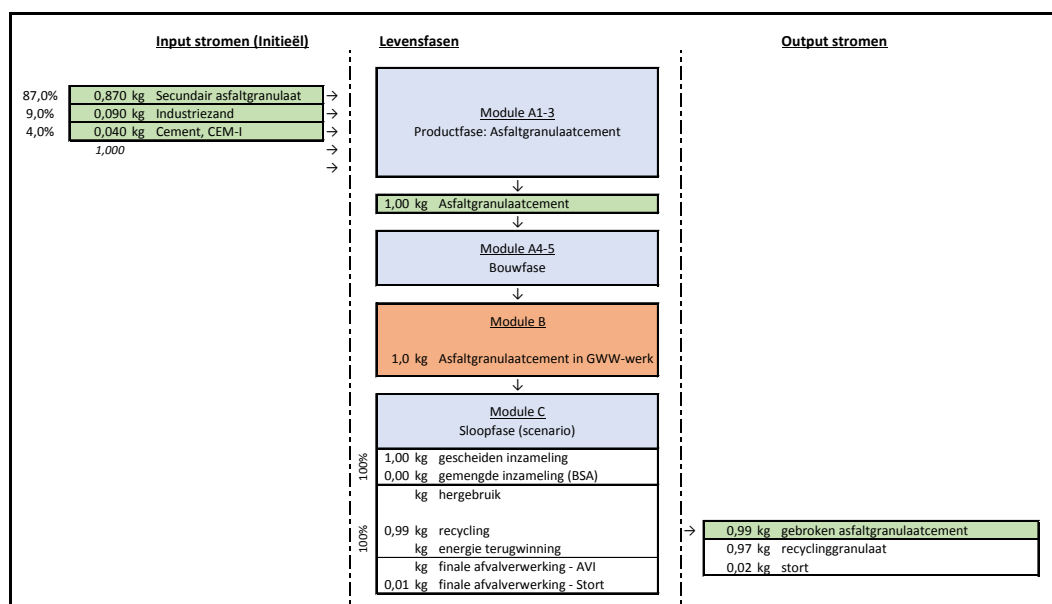
Hierbij is aangenomen dat het asfalt en de fundering direct in een GWW-werk worden aangebracht waarbij er geen verliezen zijn in de vorm van bouwafval. Voor de afvalscenario's wordt aangesloten bij de fractie verhoudingen zoals opgenomen in de SBK-Bepalingsmethode (versie 2.0, november 2014). Hierin wordt 99% gerecycled en 1% gestort.



De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

Primaire grondstoffen: 0,50 kg - netto input  
 Secundaire grondstoffen:  
     Asfaltgranulaat: 0,47 kg - netto output  
 Finale afval: 0,03 kg - netto output

In module C is het omslagpunt bereikt waarbij er uiteindelijk meer asfaltgranulaat als secundaire grondstof vrij is gekomen dan er oorspronkelijk het productsysteem als secundaire grondstof in is gegaan. Asfaltgranulaat vervangt in de receptuur van nieuw asfalt primaire toeslagmaterialen, vulstoffen en bitumen. Deze fracties dienen dan ook als substitutie voor het primair gewonnen grind in module D. In module D zijn de hoeveelheden die primair uitgespaard kunnen worden berekend op basis van de verschillen tussen de input materialen bij *SBK STAB 0% PR* en *SBK Asfalt (STAB) partiële recycling 50%*.



De massabalans van het productsysteem laat cumulatief de volgende resultaten zien:

Primaire grondstoffen: 0,130 kg - netto input.

Secundaire grondstoffen:

Asfaltgranulaat: 0,870 kg - netto input.

Recyclinggranulaat: 0,973 kg - netto output.

Finale afval: 0,03 kg - netto output.

Module C laat zien dat er netto meer secundaire grondstoffen vrijkomen dan er oorspronkelijk het systeem zijn ingegaan. Echter er zit wel een verschil tussen de eigenschappen en de aard van het materiaal. Als inputstroom heeft asfaltgranulaat gediend. Zoals gesteld vervangt asfaltgranulaat in de receptuur van nieuw asfalt primaire toeslagmaterialen, vulstoffen en bitumen. Hiertoe zijn er in het voorgaande productsysteem in module D vermeden emissies gedeclareerd.

De outputstroom van gebroken asfaltecementgranulaat is door de toepassing van het cement niet meer bruikbaar in nieuwe asfaltemengsels. Na het breken en zeven is een nieuwe toepassing als basis voor een wegfundering wel denkbaar. Het is dan ook van belang om de lasten (van het verlies van asfaltgranulaat) en de baten (van het vrijkomen van recyclinggranulaat (steenachtig cementgebonden materiaal) individueel te beschouwen.

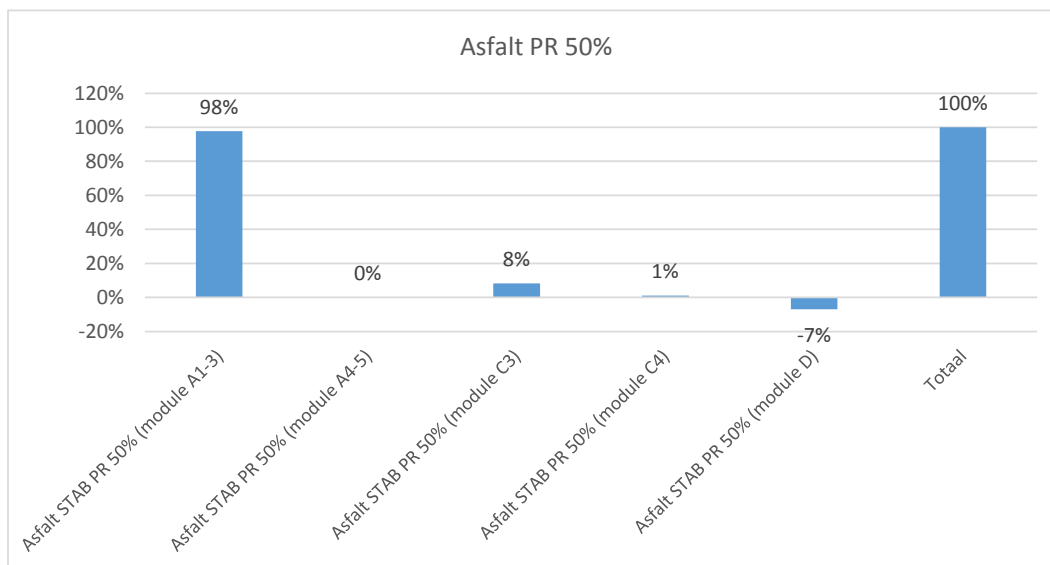
In de praktijktoets is aangenomen dat het funderingsmateriaal na een conventioneel breekproces als grindvervanger te gebruiken is. Echter er zal in de praktijk in meer detail gekeken moeten worden in hoeverre dit ook daadwerkelijk het geval is. Ervaringen met het opnieuw toepassen van het vrijgekomen funderingsmateriaal moeten hierbij als uitgangspunt dienen om te kijken met welke primair gewonnen bouwstof het granulaat technisch vergelijkbaar is.

Een vergelijkbare situatie geldt voor menggranulaat (als secundair materiaal) dat is geproduceerd uit betonpuin en dat kan worden toegepast als funderingsmateriaal. Bij het toepassen van het granulaat in een wegfundering draagt de beperkte fractie on-gehydrateerd cement, dat in het menggranulaat aanwezig is, bij aan de bindende en dragende eigenschappen van de fundering. Wanneer de materialen aan het einde van de levensduur van de fundering weer beschikbaar komen hebben deze de bindende eigenschap verloren en komt er slechts vul-/ophoogmateriaal weer beschikbaar. Ook dit aspect moet in de berekening van de lasten en baten in module D meegenomen worden.

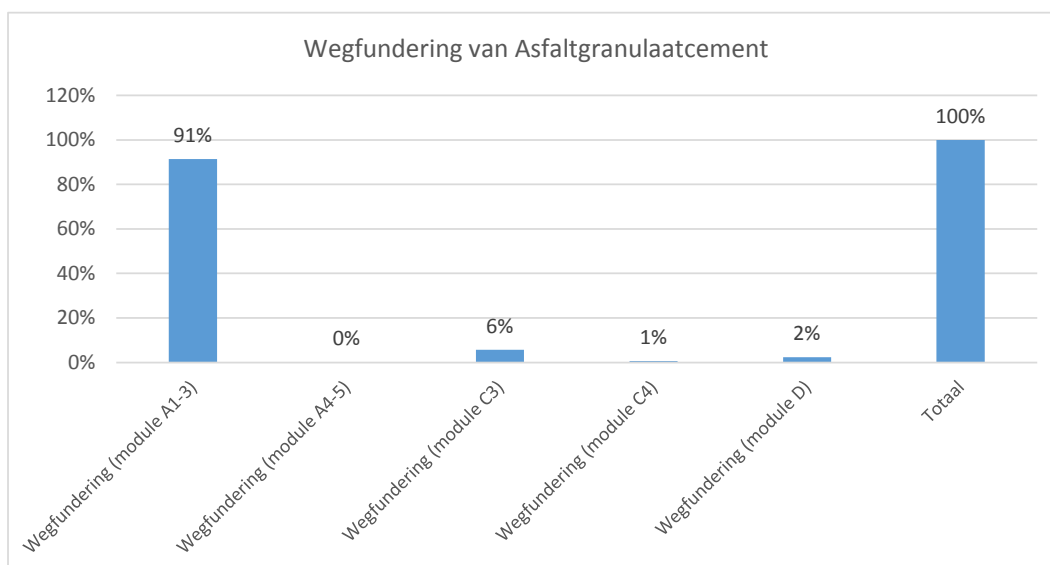
### Levenscyclusanalyse

#### Zwaartepunt analyse

In de navolgende figuren is te zien wat per levensfase de relatieve milieu-impact is ten opzichte van de totale impact.



Figuur 20 Bijdrage aan milieu-impact per levensfase: Asfalt STAB PR 50% in GWW-werk.



Figuur 21 Bijdrage aan milieu-impact per levensfase: Wegfundering van asfaltgranulaatcement in GWW-werk

### Milieuparameters

In de navolgende figuren zijn de milieuparameters weergegeven die informatie geven over het gebruik van grondstoffen en de afvalstromen per levensfase.

Parameters per module					
	Module				Totaal
	A1-3	A4-5	C3	C4	
Use of primary material	0,496				0,496
Use of secondary material	0,504				0,504
<b>Total input</b>	<b>1,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,000</b>
Components for re-use					0,000
Materials for recycling			0,973		0,973
Materials for energy recovery					0,000
Exported energy*					0,000
Hazardous waste disposed**					0,000
Non-hazardous waste disposed				0,027	0,027
<b>Total output</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,973</b>	<b>0,027</b>	<b>1,000</b>

Figuur 22 Milieuparameters per levensfase: Asfalt STAB PR 50% in GWW-werk



<b>Parameters per module</b>					
	Module				Totaal
	A1-3	A4-5	C3	C4	
Use of primary material	0,130				0,130
Use of secondary material	0,870				0,870
<b>Total input</b>	<b>1,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,000</b>
Components for re-use					0,000
Materials for recycling			0,973		0,973
Materials for energy recovery					0,000
Exported energy*					0,000
Hazardous waste disposed**					0,000
Non-hazardous waste disposed				0,027	0,027
<b>Total output</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,973</b>	<b>0,027</b>	<b>1,000</b>

Figuur 23 Milieuparameters per levensfase: Wegfundering van asfaltgranulaatcement in GWW-werk