



## **Ketenanalyse Beton**

BESIX Nederland Branch

10-4-2017

Definitief rapport

BESIX Nederland Branch  
Trondheim 22 - 24  
Postbus 8  
2990 AA Barendrecht  
+31 (0)180 64 19 90  
+31 (0)180 64 19 91  
info@besix.com  
www.besix.com  
Barendrecht 243 121 02

Telefoon  
Fax  
E-mail  
Internet  
KvK

Documenttitel	Ketenanalyse beton
Verkorte documenttitel	Ketenanalyse beton
Status	Definitief
Datum	10 april 2017
Projectnaam	Ketenanalyse beton
Projectnummer	
Opdrachtgever	BESIX Nederland Branch
Referentie	
Auteur(s)	Marcel van den Bovenkamp (KWA Bedrijfsadviseurs)/ B. De Bruyckere
Collegiale toets	B. De Bruyckere
Datum/paraaf	
Vrijgegeven door	B. De Bruyckere
Datum/paraaf	
	Voor akkoord namens BESIX Nederland:
Naam	J. Philtjens
Plaats / Datum	
Handtekening	

## INHOUDSOPGAVE

	Blz.
<b>1 INLEIDING</b>	<b>5</b>
<b>2 BESCHRIJVING VAN DE WAARDEKETEN</b>	<b>8</b>
<b>3 IDENTIFICEER DE PARTNERS IN DE KETEN</b>	<b>9</b>
<b>4 KWANTIFICEER DE SCOPE 3 EMISSIES</b>	<b>10</b>
4.1 Grondstoffase	10
4.2 Productiefase	11
4.3 Gebruiksfase	11
4.4 Recyclingfase	11
4.5 Distributiefase	12
4.6 Totale keten	12
<b>5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>13</b>



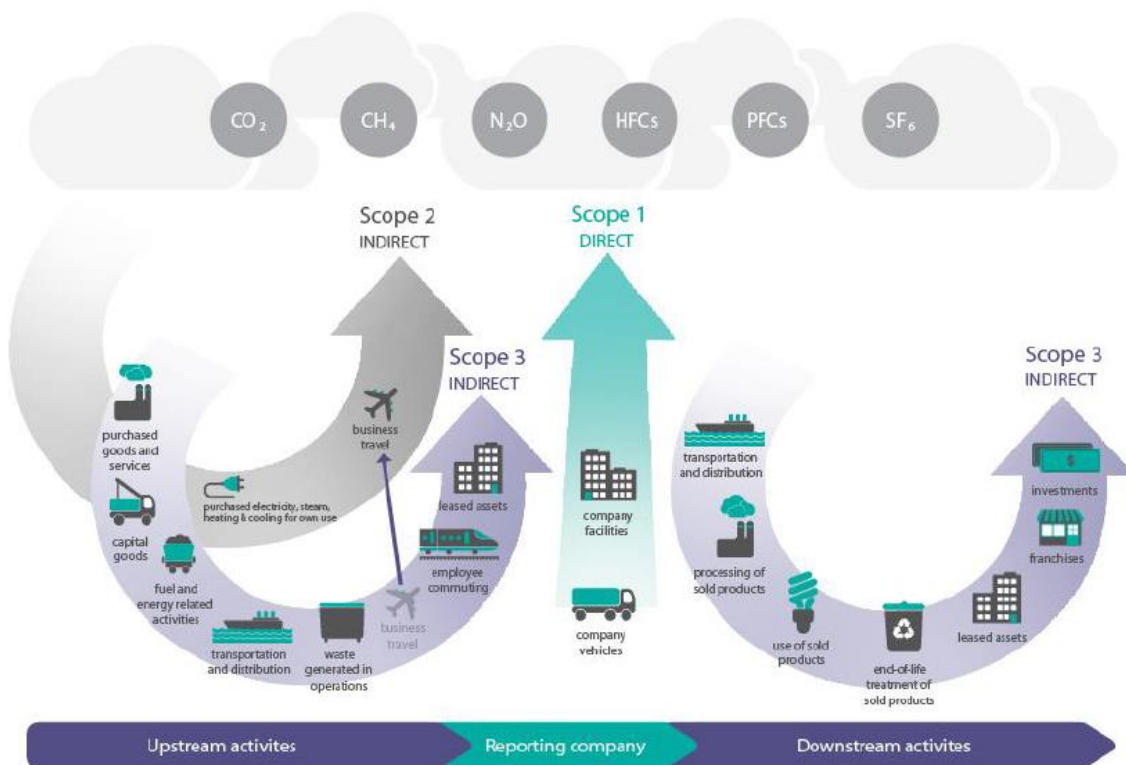
# 1 INLEIDING

Sinds 1 december 2009 is ProRail klimaatbewust produceren gaan belonen, middels de CO<sub>2</sub>-prestatieladder. Sinds 16 maart 2011 is het beheer van de CO<sub>2</sub>-prestatieladder overgenomen door de SKAO. De CO<sub>2</sub>-prestatieladder kent vijf niveaus, opklimmend van 1 naar 5. Het niveau dat kan worden bereikt op de CO<sub>2</sub>-prestatieladder wordt vertaald in een gunningvoordeel tijdens aanbestedingen. Hoe hoger het niveau op de CO<sub>2</sub>-prestatieladder, hoe hoger het gunningvoordeel. BESIX heeft CO<sub>2</sub>-reductie hoog in het vaandel staan. De CO<sub>2</sub>-prestatieladder wordt gebruikt om hier invulling aan te geven.

BESIX is in 2010 gecertificeerd voor niveau 3 en heeft op 26 oktober 2011 het CO<sub>2</sub> bewust certificaat niveau 5 in ontvangst genomen.

Onderdeel van de CO<sub>2</sub>-prestatieladder is dat een bedrijf inzicht heeft in de CO<sub>2</sub>-emissies die de activiteiten van het bedrijf veroorzaken.

De methodiek van het vaststellen van de CO<sub>2</sub>-emissies in de CO<sub>2</sub>-prestatieladder is gebaseerd op het internationaal erkende Green House Gas Protocol (GHG-protocol). In het GHG-protocol zijn drie scopes gedefinieerd voor het vaststellen van een CO<sub>2</sub>-footprint. In onderstaand figuur is grafisch weergegeven welke emissies in welke scope van het GHG-protocol worden geplaatst. NB: het handboek CO<sub>2</sub>-prestatieladder 3.0 rekt Business Travel tot scope 2.



Figuur 1.1: CO<sub>2</sub>-prestatieladder scopediagram

- Scope 1, of directe emissies, zijn emissies door de eigen organisatie, zoals emissies door eigen gasgebruik (bijvoorbeeld gasboilers, warmtekrachtinstallaties en ovens) en emissies door het eigen wagenpark.
- Scope 2, of indirecte emissies, zijn emissies die ontstaan door de opwekking van elektriciteit die de organisatie gebruikt, zoals emissies door centrales die deze elektriciteit leveren. *Let op!: SKAO rekent 'Business Travel' (Business Travel = 'Business air Travel' en 'Personal Cars for business travel') tot scope 2.*
- Scope 3, of overige indirecte emissies, zijn een gevolg van de activiteiten van het bedrijf (de organisatie), maar komen voort uit bronnen die geen eigendom van het bedrijf zijn, noch worden beheerd door het bedrijf. Voorbeelden zijn emissies voortkomende uit de productie van ingekochte materialen, de verwerking van het afval en het gebruik van het door het bedrijf aangeboden/verkochte werk, de dienst of de levering. *Let op!: SKAO rekent 'Business Travel' (Business Travel = 'Business air Travel' en 'Personal Cars for business travel') tot scope 2.*

Vanaf niveau 4 en 5 van de CO<sub>2</sub>-prestatieladder moet een bedrijf inzicht hebben in de scope 3 emissies gekoppeld aan de activiteiten van het bedrijf. Deze rapportage geeft invulling aan eis A.4.1. en A.4.3. uit handboek CO<sub>2</sub>-prestatieladder 3.0.

*A.4.1 Het bedrijf heeft aantoonbaar inzicht in de meest materiële emissies uit scope 3, en kan uit deze scope 3 emissies tenminste 2\* analyses van GHG-genererende (ketens van) activiteiten voorleggen.*

De relevante scope 3 emissies zijn door BESIX geïdentificeerd en de relatieve omvang bepaald aan de hand van de voorgeschreven methode uit het handboek CO<sub>2</sub>-prestatieladder 3.0. Doel hiervan was om op basis van indicaties voor de relatieve omvang, te komen tot een rangorde van de meest materiële/relevante scope 3 emissiebronnen die samen de grootste bijdrage leveren aan de totale scope 3 emissies van het bedrijf en tegelijkertijd beïnvloedbaar zijn door het bedrijf.

Jaarlijks wordt er gecontroleerd welke scope 3 emissiebronnen van toepassing zijn. De bepaling van de relatieve omvang en rangorde is weergegeven in document: *'Analyse rangorde scope 3 emissies'*.

Uit deze rangorde moet een bedrijf twee onderwerpen selecteren om twee ketenanalyses op uit te voeren. Bij het opstellen van de ketenanalyses dienen de scope 3 emissies gekwantificeerd te worden. De volgende nadere (rand)voorwaarden zijn gesteld aan de ketenanalyses:

1. De ketenanalyses dienen betrekking te hebben op de projectenportefeuille.
2. Het bedrijf dient eigen analyses uit te (laten) voeren. Het meeliften bij de uitvoering van een betaalde opdracht van een klant is niet toegestaan.
3. Er dient een ketenanalyse te worden gemaakt voor een van de twee meest materiële emissies én een andere ketenanalyse voor een van de zes meest materiële emissies uit de rangorde.
4. A Corporate Accounting and Reporting Standard (Hoofdstuk 4 Setting Operational Boundaries) geeft de herkenbare structuur van elke ketenanalyse:
  - a. Beschrijf de betreffende keten
  - b. Bepaal welke scope 3 categorieën relevant zijn
  - c. Identificeer de partners in de keten
  - d. Kwantificeer de scope 3 emissies
5. Het resultaat van de analyse dient een aanvulling te zijn op de bestaande (gepubliceerde) kennis en inzichten en dient bij te dragen aan het voortschrijdend maatschappelijk inzicht.

## **Gekozen ketenanalyses**

Op basis van de bepaling van de rangorde en de gestelde randvoorwaarde zijn de onderstaande twee onderwerpen voor ketenanalyses geselecteerd:

- beton
- afval

KWA Bedrijfsadviseurs B.V. (hierna KWA) is als kennisinstituut gevraagd om BESIX professioneel te ondersteunen bij het opzetten van de twee ketenanalyses. Dit borgt ook direct eis 4.A.3 van de auditchecklijst:

*4.A.3 Tenminste 1 van de analyses uit 4.A.1 (scope 3) is professioneel ondersteund of becommentarieerd door een ter zake als bekwaam erkend en onafhankelijk kennisinstituut.*

Deze rapportage beschrijft de ketenanalyse van beton. Deze rapportage bouwt voort op de opgedane kennis uit de vorige ketenanalyse: CO<sub>2</sub>-footprint Lanaye project: Ketenanalyse en voortgangsrapportage 1-9 ketenanalyse Beton BESIX bouwproject Lanaye. Deze rapportages zijn specifiek gericht op het bouwproject Lanaye. Het model dat is opgesteld voor deze geactualiseerde ketenstudie is toepasbaar voor al de projecten van BESIX waar beton wordt toegepast.

## **Leeswijzer**

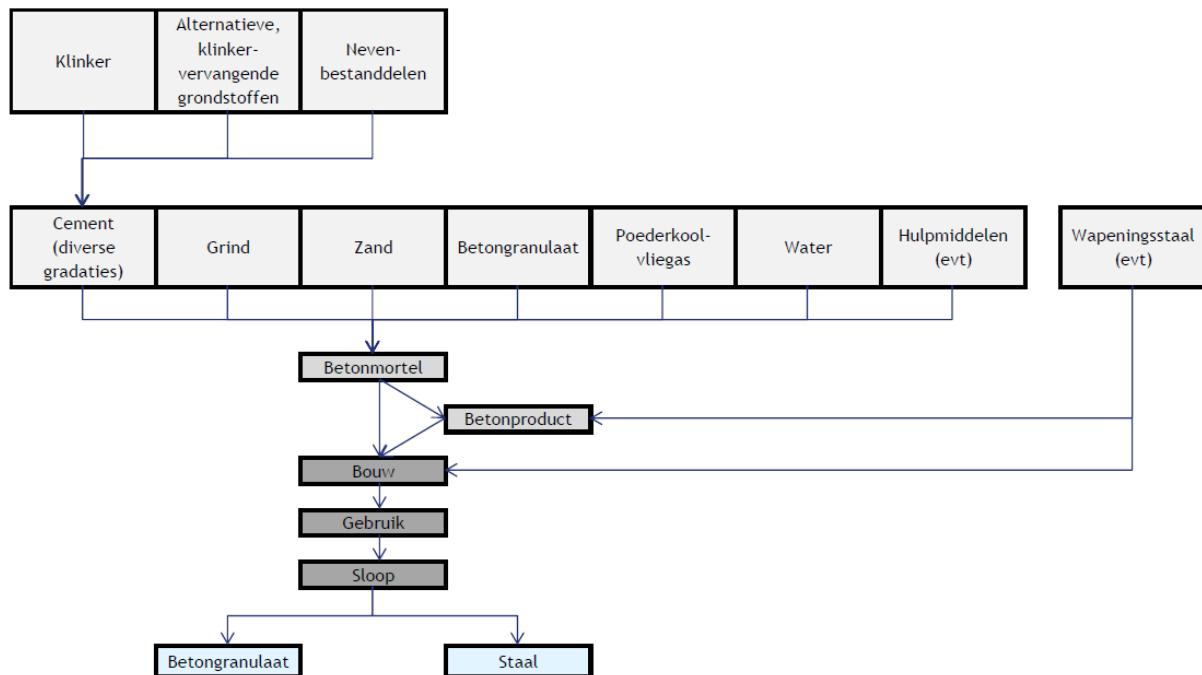
De opbouw van deze ketenanalyse is gebaseerd op de herkenbare structuur van de vier algemene stappen uit de A Corporate Accounting and Reporting Standard (Hoofdstuk 4 Setting Operational Boundaries).

1. Beschrijf de betreffende keten
2. Bepaal welke scope 3 categorieën relevant zijn
3. Identificeer de partners in de keten
4. Kwantificeer de scope 3 emissies

Het rapport wordt afgesloten met een hoofdstuk conclusies en aanbevelingen.

## 2 BESCHRIJVING VAN DE WAARDEKETEN

Beton wordt samengesteld uit cement, toeslagmaterialen zoals zand en grind, water en eventuele hulpstoffen. Elk heeft een specifieke functie. Cement is het hoofdbestanddeel van beton, het bindende element. Onderstaande figuur geeft de betonketen globaal schematisch weer.



**Tabel 2-1** Schematisch overzicht van ketenfasen voor beton (bron CE delft)

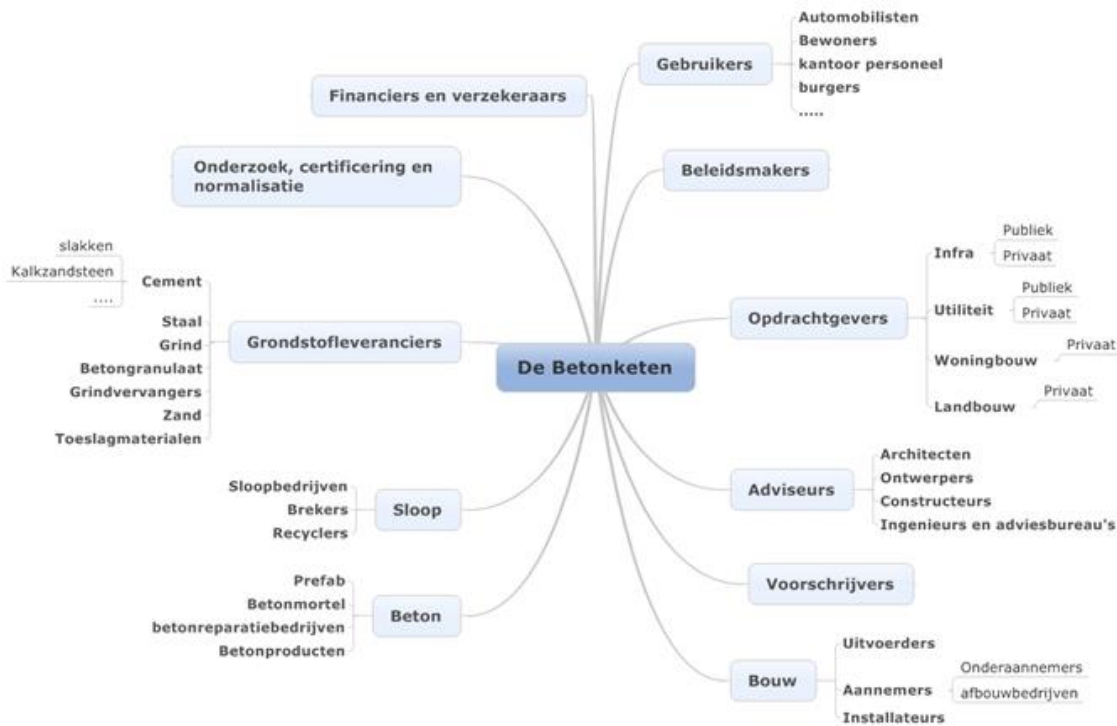
De keten van beton is te onderscheiden in de volgende ketenfasen:

- Grondstoffase
- Productiefase
- Gebruiksfase
- Recyclingfase
- Distributiefase



### 3 IDENTIFICEER DE PARTNERS IN DE KETEN

In de totale betonketen zijn zeer veel partners betrokken. In onderstaande figuur van zijn de belangrijkste weergegeven.



Tabel 3-1: partner in de betonketen (bron: MVO Nederland)

Tijdens de ontwerpfase van een project zijn de partners nog niet vastgesteld. In de keuze van de partners spelen de volgende uitgangspunten een rol:

- bij voorkeur partners in de omgeving;
- zoveel mogelijk gebruik maken van gerecyclede materialen;
- vervoer met lage CO<sub>2</sub> uitstoot;
- efficiënt transport.

## 4 KWANTIFICEER DE SCOPE 3 EMISSIES

De kwantificering van de CO<sub>2</sub>-emissies die vrijkomen door het gebruik van beton is uitgevoerd in een speciaal ontwikkeld excel-model. Dit model zal tevens worden gebruikt om de CO<sub>2</sub>-impact van betongebruik op projecten van Besix in de toekomst vast te stellen. In dit model is een referentiesituatie bepaald aan de hand van literatuurwaarden<sup>1</sup>. Dit is een landelijk gemiddelde betonsamenstelling (type cement, hoeveelheid grind, etc.), transportafstanden, etc. De referentie kan worden aangepast aan projectspecifieke kenmerken, bijvoorbeeld transportafstand, wapeningstaal, etc. Met dit model kan de werkwijze van Besix af worden gezet tegen de gemiddelde werkwijze in Nederland. Hiermee kan worden vastgesteld of en hoeveel effect bepaalde maatregelen hebben op het verminderen van de CO<sub>2</sub>-impact van het betongebruik van Besix. De bronnen van de gehanteerde conversiefactoren zijn in tabblad conversiefactoren in het model weergegeven. Dit maakt het mogelijk dat wanneer er in de toekomst andere emissiefactoren moeten worden gehanteerd door een verbeterde stand der techniek, deze makkelijk kunnen worden toegepast.

In de onderstaande beschrijving van de verschillende ketenfases is het referentiescenario weergegeven. Dit geeft een goed inzicht waar de CO<sub>2</sub>-impact ligt van het gebruik van beton. De tabellen zijn screenshots van de output die het excelmodel heeft gegenereerd.

### 4.1 Grondstoffase:

Beton bestaat uit cement, water, zand en granulaten en enkele hulpstoffen. Het beton bestaat uit circa  $\frac{3}{4}$  zand en granulaat (korrel en stenen om het beton te versterken),  $\frac{1}{4}$  bestaat uit cement met water en dient als bindmiddel waarmee de uiteindelijke betonconstructie vorm wordt gegeven.

Het zand en de granulaten worden doorgaans gewonnen in steen- en zandgroeves. Traditioneel cement wordt gemaakt uit Portlandklinker (cementtype CEM I), maar er worden in Nederland ook op grote schaal cementtypen gebruikt waarbij het CO<sub>2</sub>-intensieve Portlandklinker is vervangen door alternatieve grondstoffen (CEM II, IV en V) of het restproduct hoogovenslak (CEM III).

Onderstaande tabel laat de gemiddelde grondstofsamenstelling van beton in Nederland zien. Voor het bepalen van de conversiefactoren is voor cement en staal gebruikgemaakt van de Nationale Milieudatabase en voor zand, grind en betongranulaat van MRPI-bladen. Het gebruik van cement en staal heeft de grootste CO<sub>2</sub>-impact op de grondstoffase.

Grondstofftype	Grondstof type	hoeveelheid	eenheid	Conversiefactor	CO <sub>2</sub> -uitstoot
Cement	Cement, CEM I	59	kg	0,818 kg CO <sub>2</sub> /kg	48,3 kg CO <sub>2</sub>
	Cement, CEM III	253	kg	0,296 kg CO <sub>2</sub> /kg	74,9 kg CO <sub>2</sub>
Totaal		312	kg		123,2 kg CO <sub>2</sub>
Zand	Industriezand	787	kg	0,002 kg CO <sub>2</sub> /kg	1,9 kg CO <sub>2</sub>
		Totaal	787	kg	
Grind	Grind inkoop	1.034	kg	0,002 kg CO <sub>2</sub> /kg	2,0 kg CO <sub>2</sub>
		Totaal	1.034	kg	
Betongranulaat	Betongranulaat inkoop	40	kg	0,001 kg CO <sub>2</sub> /kg	0,0 kg CO <sub>2</sub>
		Totaal	40	kg	
Water	Leidingwater	167	kg	0,000 kg CO <sub>2</sub> /kg	0,0 kg CO <sub>2</sub>
		Totaal	167	kg	
Staal	betonstaal	36	kg	1,273 kg CO <sub>2</sub> /kg	45,8 kg CO <sub>2</sub>
		Totaal	36	kg	
<b>Totaal grondstoffen</b>		<b>2.376</b>	<b>kg</b>		<b>172,9 kg CO<sub>2</sub></b>

Tabel 4-1: berekening CO<sub>2</sub>-impact grondstoffase

<sup>1</sup> CE Delft, Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw

## 4.2 Productiefase

Om beton te produceren worden de verschillende grondstoffen in de juiste verhouding gemengd waardoor met toevoeging van cement en water een kleverige substantie ontstaat. Dit gebeurt in een betoncentrale. De betoncentrale kan op de bouwlocatie zelf worden geplaatst of het beton kan via vrachtwagens worden aangevoerd. Het energiegebruik van de betoncentrale is vastgesteld op basis van de situatie op het Lanaye project, waar de betoncentrale een vermogen had van 330 kW met een capaciteit van 80 m<sup>3</sup> beton per uur.

Het beton moet middels een betonpomp naar de juiste plek op de projectlocatie worden gepompt. Het energiegebruik van de betonpomp is tevens vastgesteld op basis van de situatie op het Lanaye-project, waar de betonpomp 25 liter diesel per uur gebruikte met een capaciteit van 60 m<sup>3</sup> beton per uur.

Tijdens het storten van het beton is er dieselgebruik door mixwagens, bulldozers, graafkranen etc. De onderstaande referentiesituatie is bepaald op basis van de situatie op het Project Lanaye waar 1.020.000 liter diesel is gebruikt om 230.000 m<sup>3</sup> beton te storten.

Voor het bepalen van de conversiefactoren is gebruikgemaakt van de conversiefactoren die door [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl) beschikbaar zijn gesteld.

Proces	energiedrager	hoeveelheid	eenheid	Conversiefactor	CO <sub>2</sub> -uitstoot
Betoncentrale	Grijze stroom	4,125	kWh	0,526 kg CO <sub>2</sub> /kwh	2,2 kg CO <sub>2</sub>
Betonpomp	Diesel (NL)	0,417	Liter	3,230 kg CO <sub>2</sub> /liter die	1,3 kg CO <sub>2</sub>
Dieselgebruik (mixwagens en bulldozers)	Diesel (NL)	4,435	Liter	3,230 kg CO <sub>2</sub> /liter die	14,3 kg CO <sub>2</sub>
<b>Totaal productie</b>					<b>17,8 kg CO<sub>2</sub></b>

Tabel 4-2: berekening CO<sub>2</sub>-impact productiefase

## 4.3 Gebruiksfase

Beton behoeft vrijwel geen onderhoud tijdens de gebruiksfase, dit aspect wordt verwaarloosbaar geacht op de totale milieu-impact. De gebruiksfase van bouwwerken zelf omvat energieverbruik en emissies door bijvoorbeeld verkeer. Hoewel het gebruik van beton de gebruiksfase van bouwwerken beïnvloedt, zijn de emissies door gebruik van een gebouw of GWW-bouwwerk niet of niet volledig toe te rekenen aan het bouw materiaal. Immers, betonnen wegconstructies hebben geen invloed op de hoeveelheid verkeer die ervan gebruikmaakt of op de zuinigheid van de vervoersmiddelen. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van deze ketenfase is hierdoor op nul gesteld.

## 4.4 Recyclingfase

Na het gebruik van de betonnen bouwwerken worden ze gesloopt. Tijdens het slopen wordt er gebruikgemaakt van machines die doorgaans diesel gebruiken. Het gaat hier om bijvoorbeeld kranen, shovels, puinbrekers etc. De hoeveelheid energie die het kost is afhankelijk van het type bouwwerk. In deze ketenstudie is een vaste gemiddelde waarde gehanteerd van 12 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> beton (op basis van literatuur<sup>2</sup>).

Na het sloopproces blijven betongranulaat en oud betonstaal over. Beide stromen kunnen worden gerecycled. Betongranulaat kan fungeren als nieuw toeslagmateriaal voor funderingsmateriaal. De functie die het vervult is een vervanging van grind. Staal kan weer worden gerecycled tot nieuw staal. De impact van recycling van deze materialen is al meegenomen in emissiefactoren van de grondstoffen.

Proces	energiedrager	hoeveelheid	eenheid	Conversiefactor	CO <sub>2</sub> -uitstoot
Slopen en breken	Hoeveelheid verwerkt beton		1 m <sup>3</sup> beton	12 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> beto	12,0 kg CO <sub>2</sub>
<b>Totaal Recycling</b>					<b>12,0 kg CO<sub>2</sub></b>

Tabel 4-3: berekening CO<sub>2</sub>-impact recyclingfase

<sup>2</sup> CE Delft, Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw

## 4.5 Distributiefase

Zoals het schematisch overzicht weergeeft zitten er meerdere transportmomenten in de keten van beton. Onderstaande tabel laat de gemiddelde transportafstanden en transportmiddelen van de betonketen in Nederland zien.

Voor het bepalen van de conversiefactoren is gebruik gemaakt van de conversiefactoren die door [www.co2emissiefactoren.nl](http://www.co2emissiefactoren.nl) beschikbaar zijn gesteld.

Transport	transportmethode	transportafstand	eenheid	Conversiefactor	CO <sub>2</sub> -uitstoot
Transport cement	Bulk- en stukgoederen: Vrachtwagen Groot (> 20 ton) + aanhanger	176 km		0,11 kg CO <sub>2</sub> /tonkm	6,0 kg CO <sub>2</sub>
Zand	Bulk- en stukgoederen: Binnenvaart Klein, 300-600 ton (Spits-Kempenaar)	159 km		0,041 kg CO <sub>2</sub> /tonkm	5,1 kg CO <sub>2</sub>
Grind	Bulk- en stukgoederen: Binnenvaart Klein, 300-600 ton (Spits-Kempenaar)	239 km		0,041 kg CO <sub>2</sub> /tonkm	10,1 kg CO <sub>2</sub>
Betongranulaat	Bulk- en stukgoederen: Vrachtwagen Groot (> 20 ton) + aanhanger	35 km		0,11 kg CO <sub>2</sub> /tonkm	0,2 kg CO <sub>2</sub>
Staal	Bulk- en stukgoederen: Vrachtwagen Groot (> 20 ton) + aanhanger	150 km		0,11 kg CO <sub>2</sub> /tonkm	0,6 kg CO <sub>2</sub>
Transportbetonmortel naar bouwplaats	Bulk- en stukgoederen: Vrachtwagen Groot (> 20 ton) + aanhanger	18 km		0,11 kg CO <sub>2</sub> /tonkm	4,7 kg CO <sub>2</sub>
Transport na sloop	Bulk- en stukgoederen: Vrachtwagen Groot (> 20 ton) + aanhanger	15 km		0,11 kg CO <sub>2</sub> /tonkm	3,9 kg CO <sub>2</sub>
Totaal transport					30,7 kg CO <sub>2</sub>

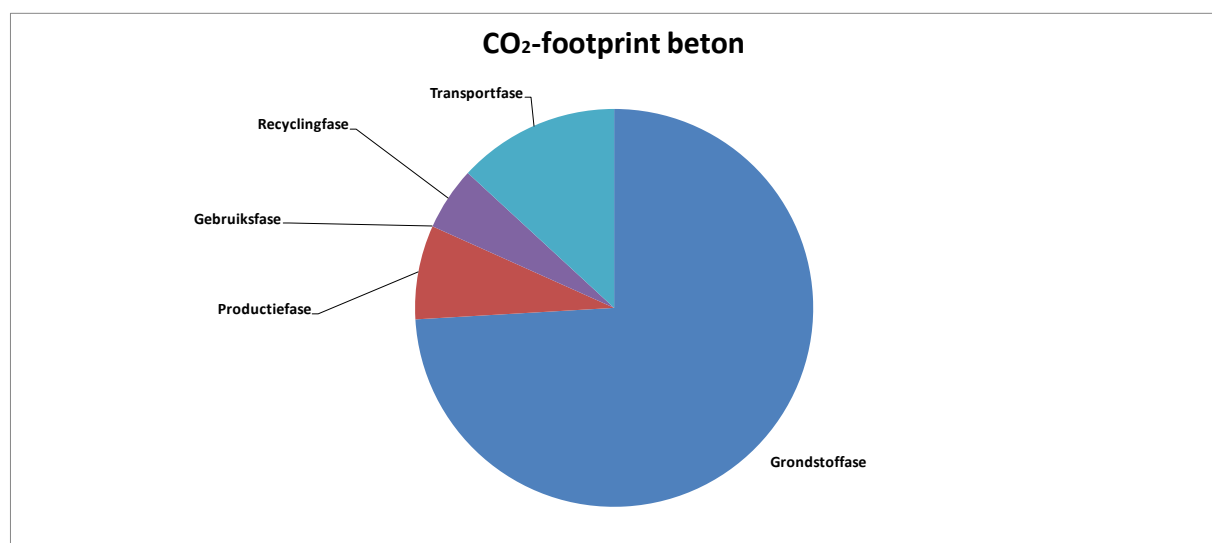
Tabel 4-4: berekening CO<sub>2</sub>-impact distributiefase

## 4.6 Totale keten

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de CO<sub>2</sub>-impact van gemiddeld beton in Nederland. Hieruit wordt duidelijk dat de grondstoffase de grootste impact heeft op de totale CO<sub>2</sub>-footprint. Dit wordt met name veroorzaakt door het gebruik van cement en staal.

Ketenfase	CO <sub>2</sub> -uitstoot (kg/m <sup>3</sup> )	Percentage
Grondstoffase	172,9	74,1%
Productiefase	17,8	7,6%
Gebuiksfase	0,0	0,0%
Recyclingfase	12,0	5,1%
Transportfase	30,7	13,1%
Totaal	233,5	100,0%

Tabel 4-5: berekening CO<sub>2</sub>-impact totale keten



Figuur 4-1: CO<sub>2</sub>-footprint beton

## 5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Middels het voor deze ketenstudie opgezette model kan het beton dat in de toekomst door Besix wordt gebruikt, worden doorgerekend op CO<sub>2</sub>-impact. Op basis van deze ketenstudie en de ervaringen op het project Lanaya is de meeste CO<sub>2</sub>-reductie in deze keten te behalen door samen met de ketenpartners te focussen op de volgende aspecten:

- Vervanging van cement met een hoge emissiefactor (CEM I) door een cementtype met een lagere emissiefactor (CEM II en CEM III) voor zover dit technisch mogelijk is. Bij de bepaling van het betonmengsel moet namelijk rekening worden gehouden met de te behalen sterkteklasse en uithardingstermijnen.
- Gebruik van granulaatvervangers, al dan niet afkomstig van eigen sloopwerk, als toeslagmateriaal in het betonmengsel. Indien BESIX Nederland eigen sloopwerk dient uit te voeren, zal met de ketenpartners worden gekeken of deze het vrijgekomen sloopafval kan hergebruiken in het productieproces. BESIX Nederland heeft de ambitie om hier sterk op in te spelen.
- Transport van het betonmengsel van de leverancier tot op het project (bijvoorbeeld alternatieve transportmogelijkheden, elektrische betonmixers) en van de grondstoffen voor de aanmaak van het betonmengsel indien er gekozen is voor een betoncentrale op het project (bijvoorbeeld transport over water en/of spoor).