

Scope 3 ketenanalyses beton en afvalverwerking Schagen groep beheer bv

**Herschreven door Marjan Kloos van Dé CO₂ Adviseur
14 mei 2016**

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

Verantwoording

Titel	Scope 3 ketenanalyses beton en afvalverwerking Schagen groep beheer bv
Opdrachtgever	Schagen groep beheer bv
Projectleider	René Tankink
Auteur(s)	Jules Schers
Projectnummer	4801139
Aantal pagina's	48 (exclusief bijlagen)
Datum	14 mei 2016
Handtekening	

Colofon

Tauw bv
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1
Fax +31 57 06 99 66 6

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding.....	7
2 Scope 3 inventarisatie Schagen Groep Beheer bv	10
2.1 Organogram	10
2.2 Overzicht activiteiten	11
2.2.1 Wegenbouw	11
2.2.2 Bouw- en installaties	11
2.2.3 Handel en dienstverlening	12
2.2.4 Projectontwikkeling.....	12
2.3 Inventarisatie per scope 3 categorie	12
2.3.1 Inleiding	12
2.3.2 Winning en productie van aangekochte materialen en brandstoffen	12
2.3.3 Transportactiviteiten buiten het eigen bedrijf.....	14
2.3.4 Emissies van elektriciteitsgebruik buiten scope 2	16
2.3.5 Leased assets, franchises en outsourced activiteiten	16
2.3.6 Emissies door het gebruik van producten en diensten van Schagen.....	16
2.3.7 Afvalverwerking	17
2.4 Conclusie.....	18
3 Ketenganalyse beton	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Ketenbeschrijving	19
3.3 Ketenpartners per stap.....	20
3.4 CO ₂ -emissies betonproductie Hasselt.....	22
3.4.1 Massabalans	22
3.4.2 CO ₂ winning of productie grondstoffen.....	23
3.4.3 CO ₂ van aanvoer grondstoffen	24
3.4.4 CO ₂ van productie betonmortel in Hasselt	24
3.4.5 CO ₂ van aanvoer naar bouwlocatie.....	25
3.5 Toepassing en verwijdering.....	25
3.6 Totale CO ₂ -footprint keten beton.....	27
3.7 Evaluatie ketenganalyse	27
3.7.1 Discussie	27
3.7.2 Conclusie.....	28

4	Ketenanalyse afvalverwerking	30
4.1	Inleiding	30
4.1.1	Afbakening ketenanalyse	30
4.1.2	Ketenpartners	31
4.1.3	Afvalstromen	32
4.1.4	Hoeveelheden	32
4.2	Ketenbeschrijving en CO ₂ -emissies per reststroom	33
4.2.1	Algemeen	33
4.2.2	Bouw- en sloopafval	33
4.2.3	Puin (mineraal)	34
4.2.4	Hout	35
4.2.5	Dakleer	36
4.2.6	Asbest	36
4.2.7	Papier en karton	36
4.2.8	Bedrijfsafval (gemengd)	36
4.3	Berekening CO ₂ -emissies keten afval	37
4.3.1	Uitgangspunten	37
4.3.2	Resultaten en discussie	39
4.3.3	Discussie	39
4.3.4	Conclusie.....	40
5	Conclusie en aanbevelingen	41
5.1	Conclusie.....	41
5.2	Aanbevelingen opties voor CO ₂ -reductie	42

Bijlage(n)

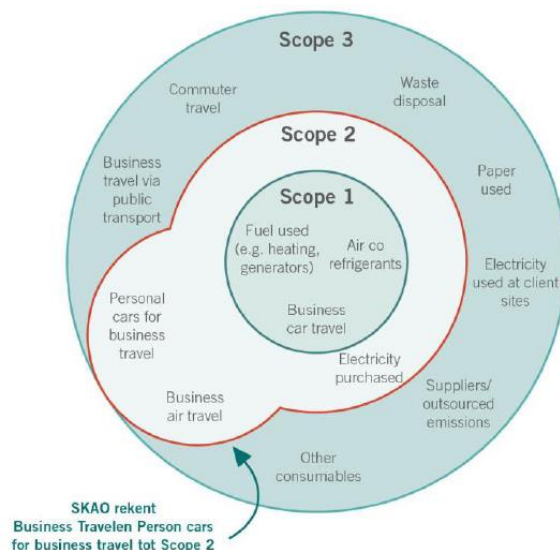
1. Onderbouwing CO₂-emissiefactoren ketenanalyse beton

1 Inleiding

Schagen Groep Beheer bv wil in het kader van de CO₂-prestatieladder aan haar opdrachtgevers laten zien wat de CO₂-emissies zijn van hun bedrijfsactiviteiten. Onderdeel daarvan is het in kaart brengen van indirecte (scope 3) CO₂-emissies die vooral samenhangen met activiteiten eerder of later in de keten van materialen of producten die door de Schagen Groep worden gebruikt. In dit hoofdstuk wordt uiteengezet wat de inventarisatie van deze indirecte CO₂-emissies inhoudt. Aan het eind volgt een leeswijzer voor het gehele rapport.

De CO₂-prestatieladder is een instrument dat is ontwikkeld door ProRail en sinds 2011 wordt beheerd door de SKAO¹. Dit instrument vraagt om inzicht in de eigen CO₂-emissies. Die emissies worden in drie scopes verdeeld (zie ook figuur 1.1):

- *Scope 1*: directe broeikasgasemissies ten gevolge van de eigen bedrijfsactiviteiten
- *Scope 2*: indirecte, maar direct aan energiegebruik gerelateerde broeikasgasemissies ten gevolge van de eigen bedrijfsactiviteiten, zoals: inkoop van elektriciteit en autogebruik
- *Scope 3*: indirecte broeikasgasemissies gerelateerd door de activiteiten van anderen die voor het bedrijf worden verricht



Figuur 1.1 Scope-indeling binnen de CO₂-prestatieladder (gebaseerd op het GHG Protocol)

¹ Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen, gevestigd te Utrecht: deze stichting heeft dit jaar het beheer en de doorontwikkeling van de CO₂-prestatieladder overgenomen van ProRail, mede met steun van Bouwend Nederland.

Eisen Prestatieladder aan scope 3 emissies

Om op niveau 4 of 5 te voldoen aan de eisen van de CO₂-prestatieladder moet onder andere worden voldaan aan eisen op het vlak van Inzicht, met 4.A.1:

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

Daarnaast geldt eis 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.”

Op het gebied van reductie stelt de prestatieladder de volgende eis 4.B.1:

“Het bedrijf heeft voor scope 3, op basis van de twee analyses uit 4.A.1, CO₂-reductiedoelstellingen geformuleerd of bedrijf heeft voor scope 3, op basis van 2 materiële GHG-genererende (ketens van) activiteiten CO₂-reductiedoelstellingen geformuleerd. Er is een bijbehorend plan van aanpak opgesteld inclusief de te nemen maatregelen. Doelstellingen zijn uitgedrukt in absolute getallen of percentages ten opzichte van een referentiejaar en binnen een vastgelegde termijn.”

Tot slot gelden er nog de eis van de CO₂-prestatieladder op niveau 4 (4.A.1):

“Het bedrijf heeft deze relevante emissies in de rapportage geïdentificeerd en heeft de relatieve omvang kwalitatief bepaald aan de hand van de Product Markt Combinaties. Doel is 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 een bedrijf en tegelijkertijd beïnvloedbaar zijn door het bedrijf.”

Ook hier geldt (4.B.1): *“De inschrijver formuleert op basis van het inzicht in de te verwachten meest materiële emissies uit scope 3 van het project, daaraan gekoppeld, een CO₂-reductiedoelstelling en heeft een bijbehorend plan van aanpak opgesteld inclusief de te nemen maatregelen.*

Doelstelling wordt uitgedrukt in een absoluut getal of percentage ten opzichte van een referentie en binnen de vastgelegde termijn.”

Inzichtdocument scope 3 emissies

Onder scope 3 emissies vallen binnen de CO₂-prestatieladder de volgende zaken² (zie fig. 1.1):

- Winning en productie van aangekochte materialen en brandstoffen
- Transport gerelateerde activiteiten

² Dit is met uitzondering van de categorieën uit het GHG-protocol die binnen de CO₂-prestatieladder onder scope 2 vallen: zakelijk verkeer met privé-auto en zakelijke vliegtuigen

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

- Activiteiten gerelateerd aan elektriciteitsverbruik buiten scope 2
- Emissies van leased assets, franchises en outsourced activiteiten
- Gebruik van verkochte producten en diensten
- Afvalverwerking

Hoofdstuk 2 bevat de analyse van de waardeketen van Schagen en Scope 3 emissies.

Aanpak ketenanalyses

Vanuit de kwalitatieve analyse over de Product Markt Combinaties (PMC) van Schagen is gebleken dat de meest beïnvloedbare scope 3 emissies in de PMC: Overheid – Betonwerken. Daarnaast is er bij alle projecten een afval stroom die door Schagen beïnvloed kan worden. Daarom is ervoor gekozen om de Ketenganalyses die in de komende hoofdstukken worden beschreven te behouden als basis voor CO₂-reductiemaatregelen.

De uitgewerkte Kwalitatieve Scope 3 analyse op de Product Markt Combinaties is te vinden in het document: Scope 3 analyse (4.A.1 & 5.A.1) (Tabblad: 4.A.1 Kwalitatieve analyse).

De ketenanalyses worden uitgevoerd conform de volgende stappen die volgen uit het GHG-protocol³. Deze stappen zijn:

1. beschrijven van de waardeketen van de scope 3-emissie
2. het identificeren van de partners in de waardeketen
3. het kwantificeren van de emissies

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft de inventarisatie van de complete scope 3 emissies. De ketenanalyses worden in hoofdstukken 3 en 4 beschreven aan de hand van de genoemde drie stappen. Hoofdstuk 4 bevat de conclusie en benoemt mogelijkheden voor reductie in beide ketens.

³ “Greenhouse Gasses”-protocol, uitgegeven door de World Business Council for Sustainable Development (WBC-SD) in samenwerking met het World Resources Institute (WRI) als richtlijn voor hoe bedrijven CO₂-emissies in kaart moeten brengen

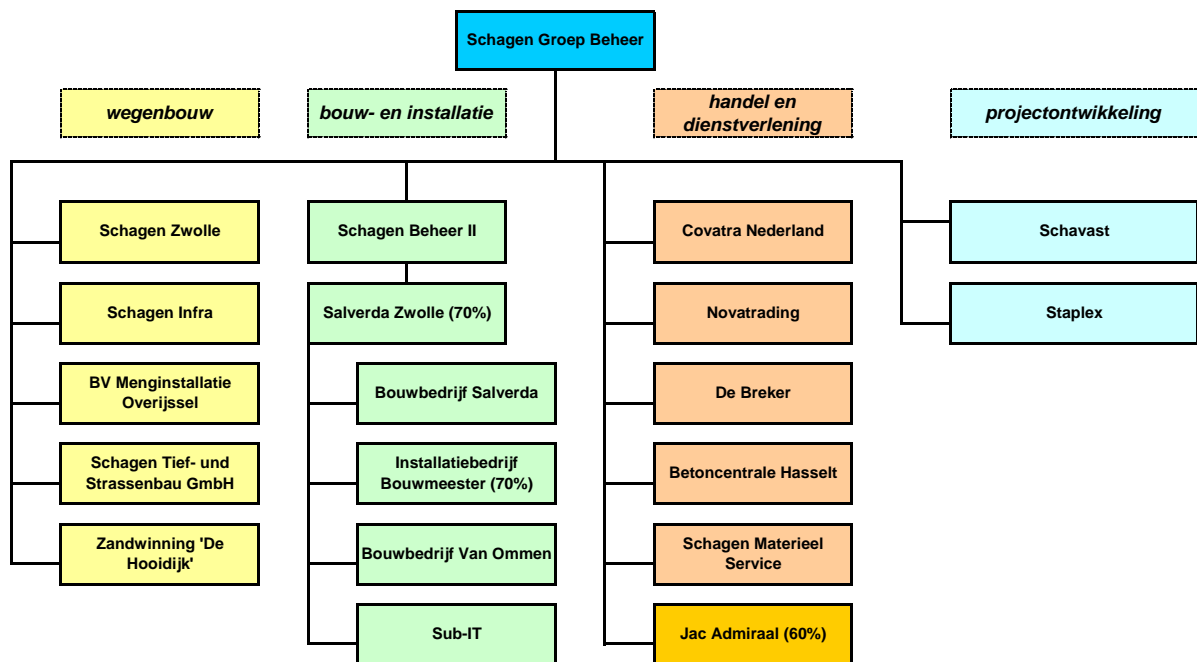
2 Scope 3 inventarisatie Schagen Groep Beheer bv

2.1 Organogram

De Schagen groep beheer bv bedrijft verschillende soorten van activiteiten die verdeeld zijn over meerdere vennootschappen. Deze vennootschappen vallen ruwweg te verdelen in 4 categorieën:

1. wegebouw
2. bouw en installatietechniek
3. handel en dienstverlening
4. projectontwikkeling

Deze zijn als volgt georganiseerd (zie figuur 2.1):



Figuur 2.1 Organogram Schagen Groep Beheer bv

Minimaal 95% van alle omzet en activiteiten vindt plaats binnen Schagen Infra (met BV Menginstallatie Overijssel (asfalt) en Schagen Zwolle (personeel) als belangrijkste partners), Bouwbedrijf Salverda, Betoncentrale Hasselt en Schagen Materieel Service (werkt praktisch volledig voor Schagen Infra), Installatiebedrijf Bouwmeester en Zandwinning de Hooijdijk.

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

Doordat deze vennootschappen ook vrijwel alle materialen verwerken of laten transporteren of bouwactiviteiten verrichten, terwijl de andere vennootschappen voornamelijk administratief zijn, concentreert de inventarisatie van scope 3 emissies zich op de hier genoemde vennootschappen.

2.2 Overzicht activiteiten

2.2.1 Wegenbouw

De waardeketen van Schagen's wegenbouw bestaat uit de volgende hoofdactiviteiten:

- Ontwerp en calculatie
- Bouw
- Onderhoud
- Inspectie en oplevering
- (onafhankelijk:) Asfaltproductie

De activiteiten die daaraan te koppelen vallen, zijn:

1. Kostenberekening op basis van bestekken
2. Gedetailleerd ontwerp en werkplanning
3. Bestelling grondstoffen
4. Transport grondstoffen naar bouwlocatie / asfaltmenginstallatie
5. Eigen productie asfalt
6. Transport eigen asfalt naar eigen bouwlocatie of andere afnemers
7. Aanvoer materieel en hulpmiddelen naar bouwlocatie
8. Eventueel sloop en afvoer oude weg
9. Bouwactiviteiten, grondstoffen m.b.v. materieel en hulpmiddelen verwerken in weg
10. Inspectie en oplevering
11. Afvoer van materieel, hulpmiddelen en afval

Rondom dit alles zitten management met (staf-)ondersteuning (administratie, ICT, financiën, communicatie, juridische zaken, P&O), ook wel "overhead". Transport is meestal inhuur.

2.2.2 Bouw- en installaties

De waardeketen van bouw- en installaties bestaat hoofdzakelijk uit drie hoofdactiviteiten of diensten:

- Ontwerp en calculatie van een bouwwerk
- Bouw/uitvoering en toezicht
- Onderhoud
- Inspectie en oplevering

Daaronder vallen de volgende activiteiten:

1. Kostenberekening op basis van bestekken
2. Gedetailleerd ontwerp en werkplanning

3. Bestelling bouwmaterialen
4. Transport materialen naar bouwlocatie
5. Aanvoer materieel en hulpmiddelen naar bouwlocatie
6. Eventueel sloop en afvoer oude constructies
7. Bouwactiviteiten: materiaal m.b.v. materieel en hulpmiddelen verwerken tot constructie
8. Inspectie en oplevering
9. Afvoer van materieel, hulpmiddelen en afval

Rondom dit alles zitten management met (staf-)ondersteuning (administratie, ICT, financiën, communicatie, juridische zaken, P&O), ook wel “overhead”. Transport is vrijwel altijd inhuur.

2.2.3 Handel en dienstverlening

De waardeketen binnen handel- en dienstverlening bestaat uit de volgende hoofdactiviteiten of –diensten:

- Opslag en overslag van goederen (Covatra Nederland)
- Handel in bouwmaterialen (Novatrading)
- Betonmortelproductie (Betoncentrale Hasselt)
- Onderhoud aan materieel (Schagen Materieel Service)
- Overslag (Jac. Admiraal)

De activiteiten binnen dit deel van de waardeketen van de Schagen groep beheer bv vallen dus deels onder opslag, transport, handel (kantoor). Een ander deel is de productie van beton, door de grondstoffen daarvoor in een betonmolen tot betonmortel te mengen. Daarvoor vind ook transport plaats. Verder is onderhoud van materieel een dienst die inhoudt dat materieel van de andere venootschappen wordt geïnspecteerd en het nodige aan onderhoud en reparaties krijgt.

2.2.4 Projectontwikkeling

De vierde branche van activiteiten van de Schagen groep betreft projectontwikkeling. Dit is bestaat voornamelijk uit management- en dienstverlenende (kantoor-)activiteiten.

2.3 Inventarisatie per scope 3 categorie

2.3.1 Inleiding

Voor al de hiervoor beschreven hoofdactiviteiten in totaal worden hieronder de scope 3 activiteiten benoemd die in aanmerking kunnen komen voor een CO₂-ketenanalyse binnen het kader van de CO₂-prestatieladder. Per activiteit wordt aangegeven of er sprake is van significante, ofwel materiële emissies.

2.3.2 Winning en productie van aangekochte materialen en brandstoffen

Binnen deze categorie gaat het om materialen en brandstoffen die worden ingekocht door het bedrijf. Voor de Schagen Groep Beheer bv en onderliggende venootschappen bestaat de

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

aankoop van materialen en brandstoffen voornamelijk uit bouwmaterialen en grondstoffen voor beton en asfalt. Daarnaast zijn kantoorartikelen een aspect van inkoop. De grootste stromen zijn grondstoffen voor de productie van asfalt en beton, die we om deze reden eerst bespreken. Voor de bepaling van de materialiteit van de scope 3 CO₂-emissies geldt de omvang van de CO₂-emissies als belangrijkste criterium. Aangezien binnen CO₂-prestatieladder EMVI-criteria voor bouwprojecten ook de CO₂-emissie van het product bij levering aan een bouw- of infrastructuurproject meetelt geven we hier een schatting van de totale CO₂-emissie van het product waarin de grondstoffen worden verwerkt, ofwel: voor de hele keten van grondstoffenwinning tot het product bij Schagen de poort verlaat. Zo worden producten met producten vergeleken, omdat de inkoop van Schagen deels uit "bouwklare" producten zoals bakstenen en dakpannen bestaat en deels uit grondstoffen, voor beton en asfalt. De winning en productie van de grondstoffen is daarin bij asfalt en vooral voor beton een significant aandeel.

Voor de productie van asfalt werden in 2010 in totaal 132,3 kton aan materialen ingekocht. Daarbovenop werd er 61,5 kton aan asfaltgranulaat uit eigen projecten gerecycled, waarmee de asfaltproductie op ongeveer 194 kton uitkwam. De inkoop was in 2010:

- | | |
|----------------------------------|-----------|
| - Bitumen | 6,6 kton |
| - Zand voor asfalt | 36,9 kton |
| - Grind en steenslag voor asfalt | 81,4 kton |
| - Kalksteenmeel / vulstof asfalt | 5,0 kton |
| - Divers (bijv. vezels) | 2,3 kton |

Strukton⁴ schat de CO₂-emissie voor de productie van bitumen, zand en asfalt op respectievelijk: 30 kg CO₂/ton, 5,6 kg CO₂/ton, en 9,26 kg CO₂/ton, Voor kalksteenmeel en andere toevoegingen zijn geen CO₂-emissiefactoren bekend. Stel deze zijn gemiddeld gelijk aan die van de winning van de andere grondstoffen, dan bedraagt de totale CO₂-emissie voor de winning van deze grondstoffen circa 1.200 ton.

Voor de productie van beton werd door de Schagen groep beheer bv in 2010 in totaal circa 85 kton aan materialen ingekocht. De inkoop zag er als volgt uit:

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| - Betonmortel | 3.524 m ³ |
| - Cement en vliegas | 11,5 kton |
| - Zand voor beton | 28,3 kton |
| - Grind en steenslag voor beton | 41 kton |
| - Water | 3.942 m ³ |

Voor beton wordt een CO₂-emissie van winning en inclusief productie verwacht⁵ van circa 70 kg CO₂/ton. Tauw schat dat de winning en/of productie van grondstoffen voor beton circa 50 tot 75%

⁴ Bron: "Strukton scope 3: CO₂-emissie voor asfalt", Strukton, mei 2010

⁵ Zie bijvoorbeeld materiaalgebonden CO₂-emissies in DuboCalc 2.0 (Rijkswaterstaat)

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

van de totale *cradle-to-gate* CO₂-emissie bijdraagt. De totale emissie voor inkoop van grondstoffen voor beton komt daarmee op 3.000 tot 4.000 ton CO₂.

Andere belangrijke stromen ingekochte materialen staan hieronder aangegeven:

- Staal 1,7 kton
- Bakstenen 1,1 miljoen stuks (3 à 6 kton)
- Dakpannen 348.600 stuks (circa 2 kton)
- Hout 1.584 m³ (circa 1,5 kton)

De CO₂-emissie van de productie van bakstenen⁶ ligt om en nabij (±33%) de 130 kg CO₂/ton en is daarmee hoog⁷. Voor dakpannen verwachten we een aan bakstenen vergelijkbare CO₂-emissie in verband met het hebben van een vergelijkbaar productieproces. De hoeveelheid ingekocht of toegepast materiaal is echter veel lager dan voor beton of asfalt.. De totale CO₂-emissie voor deze twee goederen samen wordt geschat op ongeveer 850 ton CO₂

Staal kan worden beschouwd als een van de grootste bronnen voor CO₂-emissies bij winning en productie van ingekochte goederen en materialen⁸. De CO₂-emissie varieert rond circa 1,8 ton CO₂/ton. Staal wordt echter in kleine hoeveelheden ingekocht en toegepast, waardoor het als bron voor CO₂-emissies hooguit vergelijkbaar scoort als de inkoop van grondstoffen voor asfalt en beton, namelijk circa 3.000 ton CO₂.

Materialen uit de inkoop die nu niet zijn beschouwd, maar waarvan bij voorbaat weinig CO₂-emissies verwacht worden door de kleine omvang van deze materiaalstromen zijn hoofdzakelijk: bureauartikelen, ICT, materieel (gereedschap, machines), brandstoffen, ijzerwaren, isolatiemateriaal en gipsplaten.

2.3.3 Transportactiviteiten buiten het eigen bedrijf

Deze categorie behelst alle soorten van transportactiviteiten die wel voor de productie of dienstverlening van het bedrijf worden gedaan, maar die niet onder de scope 1 en 2 van de CO₂-prestatieladder vallen. Het gaat dan om vervoersbewegingen voor:

- aanleveren van ingekochte materialen of producten
- aanleveren van ingekochte brandstoffen
- woon-werk-verkeer
- afleveren van de producten van het bedrijf
- transport van afval van het bedrijf

De CO₂-emissies binnen deze subcategorieën schat Tauw als volgt in:

⁶ Berekening Tauw, rapport: R001-4653379DFM-kmn-V01-NL, "Beoordeling duurzaamheid bestratingsmateriaal", 4 mei 2010

⁷ Naast het absolute getal van winning en productie moet ook rekening gehouden worden met de volumes waarin materialen moeten worden toegepast. Bij een lange levensduur is er bijvoorbeeld minder materiaal nodig.

⁸ Cijfers uit DuboCalc 2.0 (Rijkswaterstaat)

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

Aanvoer van ingekochte materialen of producten, brandstoffen: Transport van ingekochte materialen zal binnen de Schagen groep beheer bv een aanzienlijke CO₂-emissie ten gevolg hebben. Echter, ten opzichte van de CO₂-emissie voor winning en productie valt te verwachten dat het hooguit enkele procenten bedraagt⁹. In de uitkomsten van deze CO₂-ketenanalyses in de volgende hoofdstukken zal hetzelfde blijken. Voor transport voor aanvoer van brandstoffen geldt hetzelfde. Dit is enkele procenten van de CO₂-emissie ten opzichte van het gebruik van de brandstof zelf¹⁰.

Woon-werk-verkeer: Veel woon-werk-verkeer voor de Schagen groep beheer bv vindt plaats van huis naar bouwplaats. Dit valt voor het grootste deel onder declarabele, dus zakelijke vervoersbewegingen die binnen scope 2 van de CO₂-prestatieladder vallen. Dit betreft circa 350 medewerkers van de Schagen groep. Daarnaast zijn er nog 50 medewerkers die voornamelijk van huis naar kantoor reizen. De meesten wonen binnen een straal van 20 km van het werk en waarvan een deel per fiets komt. Volgens de belastingdienst bedraagt een volledig arbeidsjaar gemiddeld 214 werkdagen. Dit leidt tot een schatting van $50 * 20 \text{ km} * 2 * 214 = 428.000 \text{ km}$. Bij onbekend brandstofverbruik schat de CO₂-prestatieladder de CO₂-emissie in op 215 gram per voertuigkilometer. Dat zou betekenen dat woon-werkverkeer voor Schagen leidt tot ongeveer 90 ton CO₂ per jaar. In totaal is dit slechts een kleine bron van CO₂-emissies in vergelijking met de hiervoor beschreven bronnen.

Afleveren producten of diensten: De producten/diensten van de Schagen groep beheer bv betreffen voornamelijk bouwactiviteiten. Deze worden op locatie gerealiseerd waardoor er geen sprake is van transport voor aflevering. Voor de materialen die op locatie worden verwerkt vindt wel transport plaats. Alle ingekochte materialen worden meestal direct afgeleverd op de bouwlocatie, waardoor dit transport al inbegrepen is in de eerste besproken categorie. Schagen groep verzorgt echter zelf een groot deel van haar beton- en asfaltproductie en zandwinning. Transport van deze materialen vindt grotendeels plaats met eigen materieel en valt daarmee onder scope 1. Daarnaast geldt ook hier dat transport een relatief kleine CO₂-emissie vertegenwoordigt ten opzichte van de productie van de materialen. Bij zandwinning gaat dit argument niet op, maar is de CO₂-emissie van productie al relatief laag.

Transport van afval: Voor het afval dat vrijkomt bij de bedrijfsactiviteiten van de Schagen groep vindt ook afvoer plaats. Hiervoor geldt dat de hoeveelheden en afstanden relatief klein zijn in

⁹ Tauw baseert dit op de bestudering van ketens voor materialen in de GWW-sector voor het opstellen van het "Duurzaamheidsplan N329, Weg van de Toekomst" voor de inschrijving van Strukton en Reef voor deze aanbesteding door de gemeente Oss.

¹⁰ De zogenaamde "Well-to-wheel" CO₂-emissie van benzine, diesel en aardgas ligt bijvoorbeeld circa 10% boven de "Tank-to-wheel" CO₂-emissie. Het eerste betreft de CO₂-emissie van winning, bewerking, transport en verbranding in een voertuig. Het tweede betreft alleen de CO₂-emissie van verbranding van de brandstof in een voertuig. Zie bijvoorbeeld: http://wikimobi.nl/wiki/index.php?title=Vraag_elektrisch_rijden

vergelijking tot de omvang van het transport voor aanvoer van materialen. De hoeveelheid afval bedraagt circa 10% van de tonnage aan aangevoerde goederen.

2.3.4 Emissies van elektriciteitsgebruik buiten scope 2

Binnen deze categorie kunnen CO₂-emissies van verhandelde elektriciteit vallen, CO₂-emissies door elektriciteitsverliezen/energiegebruik in transmissie & distributie (T&D) van elektriciteit en emissies van de winning, productie en het transport van brandstoffen of materieel voor elektriciteitsproductie. Ook kan worden gedacht aan de emissies van gehuurde aggregaten of elektriciteit betrokken bij de opdrachtgever die niet wordt doorberekend aan Schagen. Er zullen binnen deze categorie niet verwaarloosbare CO₂-emissies plaatsvinden, echter zullen deze opnieuw relatief klein zijn ten opzichte van de emissies van winning en productie van ingekochte materialen en grondstoffen. Dit komt doordat bij bouwprojecten de hoeveelheid materiaalgebruik zeer aanzienlijk is, deze materialen meestal energie-intensief geproduceerd worden, waar het energiegebruik voor de bouwwerkzaamheden zelf en voor het transport tegen wegvallt.

2.3.5 Leased assets, franchises en outsourced activiteiten

Schagen groep werkt voornamelijk met eigen materieel. Indien materieel wordt ingehuurd valt het brandstof- en elektriciteitsverbruik voor dit materiaal meestal onder de inkoop van de Schagen groep zelf: m.a.w. het gaat om scope 1 en 2 emissies van de Schagen groep. Wat wel regelmatig gebeurt, is het inhuren van onderaannemers. Dit vindt echter voor slechts een beperkt deel van het werk plaats, terwijl het al als een relatief kleine CO₂-emissie wordt beschouwd in vergelijking met de winning en productie van materialen. Het werk van de onderaannemers is vaak ook qua materiaalgebruik relatief kleinschalig. Meestal gaat het om het aanbrengen van gipsplaten, leidingwerk (PVC of RVS), installatietechniek of timmerwerk. In omvang bedraagt onderaanneming circa 40% van de omzet van de gehele Schagen groep beheer bv. De activiteiten (bouw) zijn vergelijkbaar met die van Schagen. De hoeveelheid CO₂-emissie moet daarom ook in de orde grootte van enkele tientallen procent van de CO₂-emissies voor scope 1 en scope 2 emissies van de Schagen groep. In tegenstelling tot de Schagen groep beheer bv zullen onderaannemers meestal niet zelf beton of asfalt produceren of inkopen. Daarom wordt de CO₂-emissie van onderaanneming (outsourcing) geschat op een flink stuk lager dan 40% van Schagen's scope 1 en 2. Stel dit is de helft van 40%, dus 20%, dan zouden deze emissies over 2010 circa 1.500 ton per jaar bedragen. Dit is nog altijd een significante emissie, maar ook een die door de omvang en diversiteit van deze groep qua beïnvloeding moeilijk is. Daarom wordt deze categorie niet meegenomen voor een diepgaandere ketenanalyse.

2.3.6 Emissies door het gebruik van producten en diensten van Schagen

Bouwwerken die door de Schagen groep worden gerealiseerd of waarvoor andere partijen beton afnemen bij de Schagen groep zijn onder andere wegen/paden, woningen en utiliteitsbouw. Binnen Nederland zijn vervoer en de gebouwde omgeving belangrijke sectoren voor CO₂-

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

emissies. Deze emissies komen echter niet direct voort uit het gebruik van de weg of de woning, als wel door de manier waarop deze worden gebruikt of de manier waarop deze zijn ontworpen of (in het geval van een weg) binnen een vervoersplan passen.

Bij een weg zijn het de voertuigen en bij een woning de apparaten en het verwarmingssysteem die meestal de CO₂-emissies veroorzaken. Het ontwerp van weg/vervoerssysteem en van woning/warmte-infrastructuur zijn dan medebepalend, maar aspecten die buiten de invloed van de Schagen groep liggen. Meestal wordt de Schagen groep bv als bouwfirma ook pas ingeschakeld als het ontwerp en de bestekken er al liggen.

De conclusie is dan ook dat er nauwelijks CO₂-emissies te relateren zijn aan het directe gebruik van de producten van de Schagen groep.

2.3.7 Afvalverwerking

Binnen deze categorie valt de verwerking van het afval van activiteiten van de Schagen groep, van de productie van ingekochte materialen en brandstoffen en van verkochte producten. Voor deze drie groepen geldt het volgende:

Afval van activiteiten van Schagen groep beheer bv: Binnen de bouwprocessen en bedrijfsvoeringsprocessen van de Schagen groep komen verschillende afvalstromen vrij:

- bedrijfsafval (restafval)
- papier en karton
- glas
- hout
- bouw- en sloopafval

Uit de verwerking van deze afvalstromen komen ten dele CO₂-emissies vrij (bijvoorbeeld bij de verbranding van kunststoffen in het bedrijfsafval), maar komt ook materiaal vrij dat weer ingezet kan worden in plaats van nieuw materiaal. In dat geval is er ten dele sprake van vermeden CO₂-emissies. Voor afvalverwerking bestaan er gemiddelde cijfers van CO₂-emissies (zie H.4). Deze cijfers vermenigvuldigd met de totale hoeveelheid restmaterialen van de Schagen groep levert het beeld op dat er bij afvalverwerking sprake is van een significante stroom vermeden CO₂-emissies met een potentieel voor nog meer vermeden emissies door verdergaande afvalscheiding.

Afval van productie van ingekochte materialen en brandstoffen: Bij de materiaalproductie van beton, staal, asfalt, bakstenen en hout ontstaat ook een kleine stroom afval. In principe zullen de industrieën die deze materialen produceren proberen de verliezen bij productie zo klein mogelijk te houden. Veelal worden deze productie verliezen ook weer hergebruikt in de processen zelf (is van toepassing bij asfalt, beton, staal en bakstenen). Over cijfers beschikken we helaas niet.

Afval van verkochte producten: Na het einde van de levensduur zullen de verhardingen of woningen of kantoren die door Schagen gerealiseerd zijn weer gesloopt worden. Dit leidt tot een

omvangrijke stroom afvalmateriaal die grotendeels op dezelfde wijze kan worden verwerkt als de grootste afvalstromen van Schagen Groep Beheer bv zelf. Zij beschikt over mogelijkheden om puingranulaat en asfaltpuin weer te verwerken in nieuw beton en asfalt. Voor asfalt is het inmiddels mogelijk om hiermee grotendeels de primaire grondstoffen te vervangen. Bij beton is dit door normering nog veelal beperkt tot 20 %. Deze afvalstoffen worden daarmee weer grondstoffen voor Schagen. Op deze wijze wordt een kringloop verkregen.

2.4 Conclusie

De belangrijkste scope 3 categorieën qua CO₂-emissie zijn voor Schagen op basis van deze globale inventarisatie de productieketens van staal en voor de grondstoffen voor beton en asfalt. te zijn. De CO₂-emissie van onderaannemers (outsourcing) worden ook hoog ingeschat. Van de materialen, wordt de CO₂-emissie voor levering van grondstoffen voor beton als grootste ingeschat. De CO₂-emissie van de productie van staal is ook groot, maar als tweede criterium wordt beïnvloedbaarheid gehanteerd. Schagen heeft hier niet veel invloed op. Daarom wordt de ketenanalyse van beton verder uitgewerkt. De keten voor productie van asfalt ligt ook sterk in Schagen's handen, maar wordt niet verder bestudeerd aangezien hier reeds veel over bekend is. Het belang dat Schagen toekent aan het hergebruik van afval- en reststromen in haar eigen productie processen vormt de aanleiding om de kansen die de verwerking van afval- of reststromen biedt voor CO₂-emissiereductie verder uit te werken.

3 Ketenanalyse beton

Beton wordt in de bouwactiviteiten van Schagen veelvuldig toegepast. Voor een groot deel komt dit uit de eigen betoncentrale. Van het hoofdingrediënt van ongewapend beton, cement, is bekend dat dit een hoge CO₂-emissiefactor heeft. In dit hoofdstuk wordt aan de hand van procesgegevens uit de waardeketen van betonproductie berekend wat de CO₂-emissie is van het toepassen van beton.

3.1 Inleiding

Bij de inventarisatie van de scope 3 emissies is een analyse van de waardeketen van Schagen groep beheer bv gemaakt. Dat betekent dat de bedrijfsactiviteiten in kaart zijn gebracht om zo te identificeren waar er sprake kan zijn van scope 3 emissies. Bij het opstellen van het CO₂-emissiecijfer van beton dient er ook gekeken te worden naar de keten. Deze keten loopt vanaf onttrekking van grondstoffen tot en met verwerking van het materiaal. Dit gaat verder dan alleen de eigen bedrijfsactiviteiten en vormt een aaneenschakeling van de activiteiten van verschillende bedrijven. Op basis van deze ketenanalyse identificeren we ook relevante partijen in de keten. Die zijn zoveel mogelijk benaderd voor het verzamelen van gegevens over CO₂-emissies in hun deel van de keten.

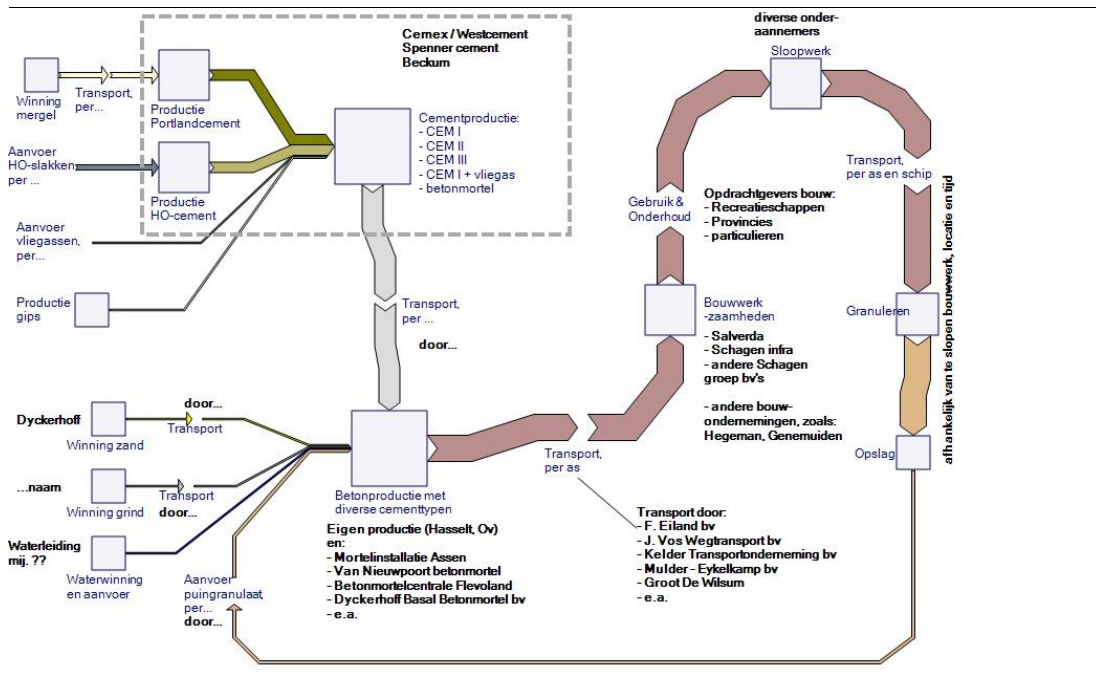
3.2 Ketenbeschrijving

Gewapend beton wordt meestal ingezet als draagconstructie of als fundering. Ongewapend beton dient meestal als vloer. Beton wordt geproduceerd door cement, grind, zand en water te mengen, eventueel met nog enkele additieven voor betere eigenschappen, zoals sterkte. Voor wapeningen wordt staal gebruikt, maar dat is als apart ingekocht materiaal gedefinieerd en laten we hier buiten beschouwing.

De keten van beton bestaat, vanuit de Schagen groep bezien, naar de ene kant toe uit de aanleverketens van de grondstoffen waaruit beton wordt gemaakt, en naar de andere kant toe uit de activiteiten om het toe te passen, te onderhouden en te slopen en verwerken. Dit is weergegeven in figuur 3.1.

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01



Figuur 3.1 Schematische weergave keten beton (inclusief ketenpartners)

3.3 Ketenpartners per stap

De keten zoals weergegeven in de figuur 3.1 bestaat uit een aantal achtereenvolgende stappen. Vanuit de CO₂-prestatieladder wordt verwacht dat een bedrijf in beeld heeft wie haar ketenpartners zijn. In een ketenanalyse zijn dit de partijen bij wie informatie opgevraagd dient te worden om emissies eerder (upstream) of verderop (downstream) in de keten te achterhalen. Daarnaast zijn dit partijen met wie in overleg getreden kan worden om (gezamenlijke) maatregelen voor reductie van CO₂-emissies mee te bespreken.

Om deze overzichtelijk in kaart te brengen hebben we de stappen uit bovenstaande figuur in tabel 3.1 onder elkaar gezet en bij iedere stap aangegeven wie daarin de ketenpartners zijn voor Schagen. Voor de productie van cement worden door de benaderde cementproducenten geen exacte cijfers bekendgemaakt en kan er alleen met sector- of bedrijfsgegevens worden gewerkt. De analyse van ketenpartners voor cementproductie blijft daarom beperkt tot een algemene omschrijving van het soort bedrijven die in die stappen betrokken zijn. De CO₂-emissiedata van cementproductie omvat echter ook de keten daarvoor (het met grijze stippelijijn omlijnde deel van figuur 3.1).

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

Stap	Omschrijving	Ketenpartners
Productie grondstoffen		
Winning en aanvoer mergel, hoogovenslakken, gips en vliegassen		Mergelwinning, energieproducenten, staal- en ijzerproductie, gipsproductie en transportondernemingen
Cementproductie	Droog of nat	Cemex Westzement, Spenner, Beckum
Winning zand		Dyckerhoff
Winning grind		De Hoop
Winning water (incl levering)		Waterwinning door Vitens en eigen waterwinning uit het Zwarte Water (rivier)
Puingranulering		Met eigen of in de regio van een sloopwerk aanwezige brekers
Aanvoer grondstoffen naar betoncentrale Hasselt		
Transport cement naar betoncentrale	Per as	Kruisdijk Transportbedrijf bv
Aanvoer zand, grind naar betoncentrale	Per as of schip	Remmink (metselzand), Strating Trading (betonzand en grind)
Aanvoer puingranulaat naar betoncentrale	Per as	o.a. F. Eiland bv, J. Vos Wegtransport bv, Kelder Transportonderneming bv, Mulder-Eykelkamp bv, De Groot Wilsum
Levering betonmortel		
Productie betonmortel door anderen		o.a. Mortel Installatie Assen (MIA), Van Nieuwpoort Betonmortel, Betonmortelcentrale Flevoland, Dyckerhoff Basal Betonmortel bv
Transport betonmortel naar bouwlocatie	Per as	o.a. F. Eiland bv, J. Vos Wegtransport bv, Kelder Transportonderneming bv, Mulder-Eykelkamp bv, De Groot Wilsum
Toepassing, gebruik en verwijdering		
Toepassing in bouwwerkzaamheden		o.a. Salverda bv, Schagen Infra bv, andere bv's van Schagen, andere bouwondernemingen (derden)
Gebruik & onderhoud <i>Dit zijn ook de opdrachtgevers</i>		vooral Recreatieschappen, Provincies, particulieren (woningen), uitvoering evt. door onderaannemers
Sloop en verwijdering		Diverse onderaannemers
Afvoer puin	Per as	Transportonderneming of bouwbedrijf, verschillend per project

Tabel 3.1 Ketenpartners per stap in keten betonproductie

3.4 CO₂-emissies betonproductie Hasselt

In deze paragraaf beschrijven we de CO₂-emissie van de inkoop van grondstoffen voor de eigen betonproductie van Schagen Groep Beheer bv. Er is ook verzocht de CO₂-emissie van de inkoop van betonmortel te achterhalen bij de ketenpartners, maar deze hadden inventarisaties nog niet op productketenniveau gereed voor publicatie of zij wilden alleen branchegemiddelden geven uit concurrentieoverwegingen. Deze gemiddelden beschouwt Tauw niet als beter dan de CO₂-emissieinventarisatie van Schagen Groep Beheer bv zelf, vandaar dat de ketenanalyse wordt beperkt tot de eigen productie van beton(-mortel) door Schagen Groep Beheer bv.

3.4.1 Massabalans

De bepaling van de CO₂-emissie van beton begint met een massabalans van de input en bij- of restproducten van betonproductie. Op basis van die massabalans kunnen totale CO₂-emissies upstream en downstream de keten worden uitgerekend. Beton kent per bouwproject een wisselende samenstelling. Om die reden kan er hier slechts een gemiddelde CO₂-emissie van het door Schagen geproduceerde beton worden berekend.

De massabalans van de betonproductie door Schagens Betoncentrale Hasselt zag er qua input in 2010 uit als aangegeven in tabel 3.2. Bij het productieproces ontstaat zo goed als geen afval, waardoor we ervan uitgaan dat deze hoeveelheid ook als betonmortel wordt toegepast door Schagen bv of andere bouwondernemingen.

Grondstof	Hoeveelheid (in ton)
CEM I	1.184
CEM II	7.113
CEM III	2.612
Densit (t.b.v. cementslurry)	149
Vliegas	393
Grind en steenslag	40.993
Zand	28.287
Puingranulaat	17
Plastificeerder	23
Water	3.942
Totaal	84.712

Tabel 3.2 Inputs betonproductie Betoncentrale Hasselt (2010)

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

3.4.2 CO₂ winning of productie grondstoffen

Uit de massabalans blijkt dat de productie van de diverse soorten cement (samen circa 11 kton), grind en steenslag (circa 41 kton) en zand (circa 28 kton) veruit de grootste hoeveelheden vertegenwoordigen. Voor deze materiaalstromen zijn de belangrijkste ketenpartners (leveranciers) benaderd voor informatie over de CO₂-emissies van de cementproductie en van de winning van zand en grind. Geen van de leveranciers kon gedetailleerde cijfers overleggen, omdat ze deze gegevens niet wilden verstrekken uit concurrentieoverwegingen of omdat ze niet beschikten over een CO₂-emissieinventarisatie van hun productie. In sommige gevallen werd er geen reactie op vragen ontvangen (ook na navraag niet).

Van de andere componenten (puin, plastificeerder, vliegashoudend cement en water) is of de verwachte CO₂-emissie per geproduceerde ton (water) of de hoeveelheid grondstof zo laag dat de invloed op de uitkomsten van deze ketenanalyse klein zal zijn. In beide gevallen (benaderde en niet benaderde leveranciers) volstaan we voor deze componenten met algemene data voor CO₂-emissies van winning en productie.

In de tabel 3.3 is op basis van de inputs en de CO₂-emissiefactoren voor de productie van de verschillende grondstoffen, de totale CO₂-emissie van de winning of productie van grondstoffen voor de betoncentrale van Schagen Groep Beheer bv in Hasselt berekend. De herkomst van de emissiefactoren wordt toegelicht in Bijlage 1.

Grondstof	Hoeveelheid in 2010 (ton)	CO ₂ -emissiefactor (kg/ton)	CO ₂ -winning / productie totaal (ton CO ₂)	Procentueel
CEM I	1.184	800	947	15,2%
CEM II	7.113	584	4.154	66,8%
CEM III	2.612	300	784	12,6%
Densit	149	800	119	1,9%
Vliegas	393	0	0	0,0%
Grind en steenslag	40.993	3,12	128	2,1%
Zand	28.287	2,42	68	1,1%
Puingranulaat	17	2,42	0	0,0%
Plastificeerder	23	1.000	23	0,4%
Water (kuub)	3.942	0,00026	0	0,0%
Totaal			6.223	100%

Tabel 3.3 CO₂-emissie grondstoffen betonproductie Schagen (Hasselt, Overijssel), grijs gemarkeerde waarden zijn op basis van eigen schatting i.p.v. literatuur

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

Wat opvalt aan de tabel is dat cementproductie veruit de grootste bron voor CO₂-emissies van betonmortel is. Zand en grind dragen ondanks hun grote massa aan de CO₂-emissie van winning en productie van grondstoffen slechts enkele procenten bij. (Voor het aspect aanvoer van grondstoffen zal dit anders zijn.)

3.4.3 CO₂ van aanvoer grondstoffen

De grondstoffen zijn afkomstig van verschillende locaties. Soms wordt een soort grondstof, zoals zand, vanaf meerdere locaties aangevoerd. De totale CO₂-emissie van aanvoer staan per grondstof weergegeven in tabel 3.4 hieronder. In totaal bedraagt de emissie 2.158 ton, waarbij circa 75% van de emissies binnen deze categorie worden veroorzaakt door de aanvoer van grind- en steenslag per schip vanaf een wingebed aan de Rijn in Duitsland. Berekening en toelichting van de in de tabel opgenomen CO₂-emissies staan in Bijlage 1.

Grondstof	Transporteur	Transportmiddel	Massa (ton)	Afstand (km)	CO ₂ -emissie-factor (gram / tonkm)	CO ₂ -emissie (ton CO ₂)
Metselzand	Remmink	per as	14.083	15	110	23
Betonzand	Strating Trading	per binnenvaartschip	14.205	200	65	185
Grind en steenslag	Strating Trading	per binnenvaartschip	40.993	600	65	1.599
CEM I/II/III uit Erwitte	Kruisdijk	per as	5.454	290	110	174
CEM I/II/III uit Beckum	Kruisdijk	per as	5.454	267	110	160
Vliegias	Divers	per as	393	153	110	7
Densit smeltbasalt	Divers	per as	149	673	110	11
Totaal			80.731			2.158

Tabel 3.4 CO₂-emissie van aanvoer van grondstoffen (exclusief water) naar betoncentrale Schagen

3.4.4 CO₂ van productie betonmortel in Hasselt

De betonmolen van Schagen Groep Beheer bv valt onder een eigen vennootschap, de Betoncentrale Hasselt bv. Voor de productie van de betonmortel verbruikt deze centrale elektriciteit. Daarnaast vinden er voor aan- en afvoer van grondstoffen transportbewegingen plaats op het terrein van Schagen. Van dit laatste aspect worden geen gegevens bijgehouden. Het gasolieverbruik voor transport op het terrein zal vele malen kleiner zijn dan voor aanvoer van dezelfde grondstoffen. De reden hiervoor is dat de enkele honderden meters die er aan transport op het terrein van Schagen zelf nodig zijn, verwaarloosbaar zijn bij de afstanden voor aanvoer zoals weergegeven in tabel 3.5. Geschat wordt dat deze CO₂-emissie hooguit 1% van de CO₂-emissie van de aanvoer bedraagt, ofwel maximaal 21 ton CO₂.

Voor het productieproces van betonmortel zelf, is het elektriciteitsverbruik bepalend. In 2010 bedroeg deze 152.329 kWh. De inkoop bestaat uit grijze stroom. Binnen de CO₂-prestatieladder

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

wordt voor grijze stroom in 2010 een gemiddelde CO₂-emissiefactor van 0,455 kg per kiloWattuur (kWh) gehanteerd. Daarmee komt de CO₂-emissie van het produceren van betonmortel in de centrale van Schagen groep beheer bv in 2010 uit op afgerond: 69 ton CO₂.

In totaal komt de CO₂-emissie van de productie van betonmortel in Hasselt voor 2010 daarmee uit op 90 ton CO₂.

3.4.5 CO₂ van aanvoer naar bouwlocatie

De bouwactiviteiten van Schagen Groep Beheer bv worden vrijwel geheel uitgevoerd door Salverda en Schagen Infra¹¹. De meeste projecten vinden plaats in de provincies Flevoland, Gelderland, Overijssel, Drenthe, Groningen en Friesland. Een deel van het beton van de eigen productie wordt verkocht aan andere aannemers. In verband met transportkosten en kleine verschillen in productkwaliteit en productiekosten zal het aannemelijk zijn dat het vooral aannemers in de regio betreft. Er is over 2010 niet bepaald hoeveel materiaal met welk transporttype naar welke locatie gaat. Vrijwel alle bouwprojecten van Schagen Infra en Salverda bevinden zich binnen een straal die vanaf Hasselt tot Amersfoort, Hengelo en Assen loopt. De afstand daarheen bedraagt circa 80 kilometer, om die reden hanteren we een geschatte gemiddelde transportafstand van 50 km.

Transport vindt plaats per as door diverse transporteurs. Als CO₂-emissiefactor wordt de standaard CO₂-emissiefactor voor bulktransport uit het Handboek CO₂-prestatieladder 2.0 aangehouden: 110 gram per tonkm. De CO₂-emissie van de aanvoer naar bouwlocatie van 84,7 kton betonmortel vanuit Hasselt bedraagt dan: $50 * 84.700 * 0,110 / 1000 = 466$ ton CO₂.

3.5 Toepassing en verwijdering

Na productie en aanvoer naar de bouwlocatie zijn de toepassing in het werk en eventueel onderhoud de volgende stappen in de keten van betonproducten. Als het bouwwerk op een gegeven moment weer gesloopt wordt, hangen daar ook werkzaamheden aan vast die deels specifiek zijn voor het beton in het bouwwerk. In zoverre deze redelijkerwijs aan het beton toe te schrijven zijn, worden deze meegenomen in deze ketenanalyse. Tot slot dient het gesloopte beton te worden afgevoerd en te worden verwerkt. Dat is standaard breken, op de bouwplaats of bij een breekinstallatie, tot puingranulaat.

Toepassing in het bouwwerk

Voor het energiegebruik van het storten van beton heeft de Schagen groep beheer bv cijfers voor Schagen Infra. In 2010 werd 31.706 m³ aan beton gestort. Daarvan werd 3.422 m³ handmatig gestort en de rest machinaal. Door de betonmachines van Schagen Infra werd in 2010 in totaal

¹¹ Salverda is een bouwbedrijf dat vooral de bouw van woningen en kleine tot middelgrote kantoren uitvoert. Schagen Infra is een bouwbedrijf waarbij wegenbouw en kunstwerken het grootste deel van de werkzaamheden vormen.

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

11.291 liter gasolie verbruikt. De CO₂-emissiefactor uit de CO₂-prestatieladder is 3,135 kg/liter brandstof. Dit komt neer op een CO₂-emissie van 35 ton.

In deze CO₂-emissie zit nog geen gasoliegebruik voor het gebruik van een kraan indien er op grote hoogte gestort zou moeten worden. Schagen Groep Beheer bv stelt dat dit slechts in 20% van de bouwprojecten het geval is daarom verwaarlozen we dit aspect.

Verder is er ook door bouwbedrijf Salverda beton gestort. We nemen aan dat het energiegebruik van de werkzaamheden vergelijkbaar is aan dat bij Schagen Infra. In totaal is er binnen de Schagen Groep beheer bv in 2010 zo'n 39.624 m³ aan beton gestort. Indien de CO₂-emissie per m³ beton hetzelfde is als voor Schagen Infra komt de totale CO₂-emissie voor het storten van beton voor Schagen groep beheer bv uit op 44 ton.

Verwijdering en breken

Voor sloop van een bouwwerk gaan we uit van gebruik van een shovel gevolgd door granulering met een mobiele breker. Bij gebruik van een shovel voor afgraven en laden van puin richting breker, gaan we uit van een shovel¹² met een laadvolume van 2.000 liter en verwerking van 60 m³ puin ofwel circa 100 ton per uur. Het brandstofverbruik is 8 liter diesel per uur. Dit komt overeen met een CO₂-emissie van $8 * 3,135 = 25$ kg CO₂. Per ton komt dit neer op: 0,25 kg CO₂. Voor de mobiele breker gaan we uit van een CO₂-emissie van 2,2 kg CO₂/ton puin¹³. We gaan uit dat het beton dat in 2010 gestort is gemiddeld een dichtheid van 2,4 ton/m³ had. De totale in 2010 verwerkte hoeveelheid puin bedroeg 39.624 m³. Bij de genoemde dichtheid is dit: 95.098 ton. De totale CO₂-emissie van verwijdering en breken komt daarmee uit op:
 $95.098 * (0,25 + 2,2) = 232$ ton CO₂

Afvoer puingranulaat

Verder gaan we uit van de CO₂-emissiefactor voor bulktransport uit de CO₂-prestatieladder: 0,110 kg CO₂/tonkm. We gaan uit dat het beton dat in 2010 gestort is gemiddeld een dichtheid van 2,4 ton/m³ had. De totale in 2010 verwerkte hoeveelheid puin bedroeg 39.624 m³. Bij de genoemde dichtheid is dit: 95.098 ton. De afstand voor de gemiddelde bouwlocatie is reeds hierboven 50 km gesteld. De totale CO₂-emissie komt dan uit op: $95.098 * 40 * 0,110 / 1.000 = 418$ ton.

¹² Op basis van gegevens van brandstofverbruiksgegevens uit civiele calculatieprogramma's (GWW-Calc) van Tauw

¹³ Bron: "Bouwen aan een milieuverantwoorde markt voor vaste en mobiele puinbrekers", CE, Delft, 2000, zie Bijlagen voor Scenario 2.

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

3.6 Totale CO₂-footprint keten beton

Op basis van de hierboven beschreven CO₂-inventarisatie per ketenstap komen we tot het totaaloverzicht van tabel 3.5.

Ketenstap	Totale CO ₂ -emissie (ton)
Winning en productie van grondstoffen	6.223
Aanvoer van grondstoffen	2.158
Productie Hasselt	90
Aanvoer van BCH naar werk	466
Storten in bouwwerk	44
Verwijdering en breken	232
Afvoer puin	418
Totaal	9.631

Tabel 3.5 Totaaloverzicht CO₂-emissies keten beton Schagen Groep Beheer bv in 2010

3.7 Evaluatie ketenanalyse

3.7.1 Discussie

Deze ketenanalyse is tot stand gekomen op basis van een aantal aannames. Daardoor kan de werkelijke CO₂-emissie in de keten van Schagens betonproducten afwijken van het hier bepaalde getal. De aannames met de grootste mogelijke impact op de uitkomsten van de ketenanalyse zetten we hier op een rij:

1. Voor een aantal grondstoffen voor de betonproductie door Schagen zelf zijn CO₂-emissiefactoren geschat volgens een "educated guess". De onzekerheid van deze schatting is lastig aan te geven, maar verwacht wordt dat deze minder dan 100% bedraagt. Het gaat om de grondstoffen: Densit, vliegashoudend puin, vliegashoudend puin en plastificeerder. Samen vormen zij 2,3% van de CO₂-emissie van winning en productie van grondstoffen. Hierdoor kan, bij een fout of onzekerheidsmarge van 100%, de totale CO₂-emissie van winning en productie van grondstoffen eventueel ook circa 2% hoger (of lager) kunnen liggen.
2. Van de overige grondstoffen vormen de verschillende soorten cement de belangrijkste bron voor CO₂-emissies. De emissies voor de productie van cement zijn gebaseerd op publicaties van het Centrum voor Cement & Beton en van Strukton. Dit zijn dus niet de cijfers van de cementleveranciers van Schagen Groep Beheer bv. Over de verschillen in

energie-efficiëntie binnen de cementindustrie zijn geen gegevens bekend. We gaan er vanuit dat het verschil tussen de gebruikte cijfers en de reële CO₂-emissie van de productie van cement bij de leveranciers van Schagen relatief klein is. Daarvoor zijn twee redenen: Ten eerste is het energieverbruik een belangrijke kostenfactor in het vrijwel volledig gemechaniseerde productieproces van beton, waardoor dit een belangrijk aspect is voor kostenreductie. Ten tweede wordt een belangrijk deel van de CO₂-emissies van cement (bij CEM I en II) door een chemisch proces in het klinker-materiaal veroorzaakt. Stel dat de afwijking 25% bedraagt dan is dit echter nog altijd een significante afwijking op de totale CO₂-emissie in de keten van beton door het aandeel dat cement hierin inneemt (circa 90% bij winning en grondstoffen, en circa 60% op de totale emissie, ofwel respectievelijk ±23% en ±15%). Het zou daarom goed zijn concrete cijfers van de toeleveranciers te verkrijgen.

3. De aanvoer van grondstoffen is de een-na-grootste bijdrage aan de CO₂-emissie in de keten van beton. Daarin vormt voor de betonproductie door Schagen vooral de aanvoer van grind en steenslag een belangrijke factor. De emissiefactor is daarbij de grootste bron van onzekerheid. Stel dat deze 50% hoger of lager zou liggen dan wordt de CO₂-emissie van de aanvoer van grondstoffen circa 35% hoger of lager. De totale CO₂-emissie van Schagen's betonketen kan dan 7% lager of hoger uitkomen.
4. Ook wat betreft aanvoer naar bouwlocatie en afvoer van puin na sloop zijn aannames gemaakt. Dit zijn echter relatief kleine categorieën waarbij een afwijking hooguit een paar honderd ton CO₂ kan zijn. Dit is op de totale CO₂-emissie in de keten van Schagen verwaarloosbaar.
5. De CO₂-emissie van de betonproductie in de molen, voor het storten van beton en voor het slopen bevatten ook enige onzekerheden, maar het gaat hierbij om zulke kleine bijdragen aan de totale CO₂-emissie dat deze als verwaarloosbaar worden beschouwd.

3.7.2 Conclusie

De geschatte CO₂-emissie voor de keten van Schagen ligt, gezien de hiervoor beschreven onzekerheden, in de range van 9.892 ±25% ton CO₂ bedragen. Om een betere schatting te krijgen van deze CO₂-emissie is het vooral nodig om de belangrijkste toeleveranciers van grondstoffen en betonmortel ertoe te bewegen hun CO₂-emissies beter in kaart te brengen. Hetzelfde geldt voor de belangrijkste transporteurs. Daarnaast zal op een enkel punt, zoals voor het transport naar bouwlocatie de eigen registratie van het brandstofverbruik moeten verbeteren, zodat hieruit af te leiden valt welk aandeel van het transport voor beton geldt. Verdere aanbevelingen voor reductie van Scope 3 emissies volgen in Hoofdstuk 5.

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

4 Ketenanalyse afvalverwerking

Als bouwbedrijf heeft Schagen te maken met significante materiaalstromen. Als onderdeel van de CO₂-ketenanalyses laat Schagen ook de CO₂-emissies in de keten van haar afvalverwerking in kaart brengen. Dit hoofdstuk gaat eerst in op de afvalstromen en verwerkingwijzen. Daarna volgt de berekening van de CO₂-emissies van de afvalverwerking voor alle vennootschappen van Schagen groep beheer bv.

4.1 Inleiding

4.1.1 Afbakening ketenanalyse

Een ketenbeschrijving van een product of dienst strekt zich normaal gesproken uit van de winning van grondstoffen, via productie van halffabrikaten, eindproductie, toepassing en gebruik tot en met afvalverwerking. Afvalverwerking is op zichzelf echter ook een vorm van dienstverlening of product. Er is in principe geen sprake van grondstoffenwinning en productieprocessen, tenzij er hulpstoffen worden gebruikt voor de verwerking. Daarnaast wordt de productie van kapitaalgoederen meestal buiten de ketenanalyses gehouden. Weglating van productie van materieel is ook toegestaan in de NEN 8006 norm¹⁴.

Als afbakening kiezen we ervoor de ketenanalyse te laten beginnen bij het vrijkomen van het materiaal op de bouwplaats. De grens voor wat er meegenomen wordt in de keten van afvalverwerking leggen we bij alle handelingen die additioneel verricht moeten worden bovenop bouw- of sloopwerkzaamheden om het materiaal op de gewenste manier in te kunnen zamelen. Dit onderscheid zal niet in alle gevallen even goed te maken zijn, waardoor er enige mate van willekeur of subjectiviteit in de uitkomsten zit. Door deze afbakening per afvalstroom duidelijk te benoemen, is de gebruiker van deze ketenanalyse in staat te beoordelen waarvoor deze ketenanalyse te gebruiken is.

De keten bestaat globaal uit de volgende stappen:

1. Handelingen voor scheiding en verzameling afval
2. Mogelijke voorbehandeling van gescheiden of verzameld afval
3. Transport naar verwerker (indien van toepassing)
4. Verwerking van de verschillende afvalstromen tot vernietiging (verwijdering) of tot het materiaal geschikt is voor een nieuwe toepassing (nuttige toepassing, recycling of hergebruik)

¹⁴ NEN8006: "Milieugegevens van bouwmaterialen, bouwproducten en bouwelementen voor opname in een milieuverklaring – Bepalingsmethode volgens de levenscyclusanalysemethode (LCA)", Nederlands Normalisatie-instituut, september 2004

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

4.1.2 Ketenpartners

1. De eerste stap van de keten wordt verricht door meerdere partijen, afhankelijk van hoe de werkzaamheden op een werk verdeeld zijn. De eerste partijen die in aanmerking komt zijn onderaannemers (bouw- en sloopfirma's) en Schagen zelf.
2. Als tweede groep in de keten zijn er partijen die worden ingehuurd of bij wie materieel wordt ingehuurd om op het werk voorbehandelingen te verrichten of de inzameling te ondersteunen. Voorbeelden zijn het leveren van een mobiele puinbreker of containers voor afvalscheiding. De betrokken partijen zijn dan verhuurbedrijven, sloobedrijven en afvalinzamelings- of -verwerkingsbedrijven.
3. Partners in de volgende stap, het transport, zijn meestal de afvalverwerkers zelf, maar dit kunnen ook door Schagen (Salverda of Schagen Infra) of door afvalinzamelaars of -verwerkers ingehuurde transportbedrijven zijn.
4. Tot slot vindt eindverwerking plaats bij afvalverwerkers. Dat kunnen bedrijven met een sorteerlijn zijn en gespecialiseerde verwerkers voor bijvoorbeeld metaal, glas, puin of asbest.

Onderaannemers en ingehuurde transportbedrijven verschillen per bouwproject. Inzameling- en eindverwerking werd in 2010 uitgevoerd door drie partijen die alle stromen genoemde stromen verwerken, afgezien van dakleer. Deze partijen zijn: Sita, Rova, Van Werven en Herms. Het dakleer werd alleen door Rova verwerkt. Door marktontwikkelingen kunnen deze ketenpartners wijzigen.

Naast afvalverwerking door/-levering aan andere partijen verwerkt Schagen groep een deel van het BSA zelf tot puingranulaat. Ook wordt er asfaltgranulaat retour wordt genomen van afnemers van asfalt (door Schagen op locatie geleverd). Puingranulaat kan weer worden gebruikt als opvul-/ophoogmateriaal onder wegen en in beton ter vervanging van grind.

Overkoepelend zijn er nog enkele andere partijen die zeggenschap hebben over afvalverwerking. Dat zijn gemeentes die specifieke voorschriften of ontheffingen kunnen geven voor afvalinzameling of -verwerking en daarnaast de opdrachtgever voor een werk die eisen kan stellen of met wie contractuele afspraken gemaakt moeten worden voor de afvalverwerking. Voor de ketenanalyse zijn deze partijen nog niet van belang. Zij kunnen echter (in sommige situaties) wel van belang zijn voor het doorvoeren van CO₂-reductieopties.

4.1.3 Afvalstromen

De grootste rest-/afvalstromen komen vrij bij de bouwactiviteiten van Schagen. Deze vinden vrijwel volledig plaats binnen Schagen Infra bv en Salverda bv. Daarnaast is ook onderhoud van materieel door Schagen materieel en services een bron voor een aanzienlijke stroom afval. Hieronder geven we een opsomming van de afvalstromen van deze vennootschappen:

Salverda

- Bouw- en sloopafval (BSA)
- Puin
- Hout, B-kwaliteit
- Dakleer
- Glas
- Asbest
- Papier (van kantooractiviteiten)
- Overig

Schagen Infra

- Bouw- en sloopafval (BSA)
- Asphalt/puin
- Hout, B-kwaliteit
- Hout, C-kwaliteit
- Papier
- Bedrijfsafval

4.1.4 Hoeveelheden

Van de bedrijven die afval inzamelen ontvangt de Schagen beheer groep bv rekeningen waarop vermeld staat hoeveel ton er per afvalstroom verwerkt is. Voor Schagen Infra wordt de inzameling door Sita verricht. Salverda bv maakt gebruik van inzameling door Rova, Van Werven en Herms. Alle cijfers zijn weergegeven in tabel 4.1 hieronder.

Alleen voor locatie Swifterbant kon geen tonnage aan verwerkt bedrijfsafval worden verstrekt en is de hoeveelheid gebaseerd op de maximale inhoud van de geleegde containers. Er werd daar in 2010 in totaal 6 x 240 liter aan containers voor bedrijfsafval geleegd. Dat komt overeen met 1.440 liter ofwel 1,44 m³. De dichtheid (zie beneden) van bedrijfsafval¹⁵ is 150 kg/m³, daarmee komt de hoeveelheid uit op 1,44 * 150 = 222 kg.

¹⁵ Zie cijfers op: www.milieuzorgoverheden.nl/themas/afval/hoeveelheden.html, geraadpleegd op 18 november 2011

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

Bedrijfsonderdeel Locatie	Schagen Zwolle / door Sita			Salverda			Totaal (ton)
	Hasselt	Swifter- bant	Emmen	Rova	van Werven	Herms	
Asfaltpuin (teervrij)	11,13						11,1
Asbest				2,17	1,96	42,71	46,8
Bedrijfsafval	0,26	0,22					0,5
Glas					25,82	35,5	61,3
BSA	13,97		4,08	219,18	587,91	309,14	1.134,3
B-hout	19,74			35,98	148,87	72,98	277,6
C-hout	0,02						0,0
Dakleer				0,68			0,7
Papier	3,44				12,36	0,16	16,0
Puin				487,95	414,462	211,69	1.114,1
PVC	2,75						2,8
Totaal							2.665

Tabel 4.1 Inzameling afval voor Schagen Zwolle en Salverda in 2010 (in ton)

4.2 Ketenbeschrijving en CO₂-emissies per reststroom

4.2.1 Algemeen

Voor veel afvalstromen bestaan verschillende verwerkingsopties. Zoals eerder al omschreven is, begint de afvalverwerking bij de juiste wijze van demontage, scheiding en voorbereiding van de reststroom op het werk of op de eigen bedrijfslocatie (afhankelijk van de afvalstroom waar het om gaat en het type activiteiten op de bedrijfslocatie). Uitgangspunt hierbij is een gescheiden afvoer van de verschillende afvalstromen in containers.

Hieronder volgt een omschrijving van de manier waarop verwerking plaatsvindt op basis van de bestaande inzichten in de verwerking van deze stromen door de meeste afvalverwerkers in Nederland. Voor de CO₂-berekening van de verwerking van afval is gekozen voor een beperktere uitvoering dan voor beton. De ketenpartners zijn niet benaderd en er is in plaats daarvan gekozen voor een globale berekening van CO₂-emissies op basis van publiek beschikbare cijfers. Eerst volgt echter een omschrijving van de verschillende verwerkingsroutes.

4.2.2 Bouw- en sloopafval

Om de scheiding van het BSA in deze onderdelen te bereiken wordt het meestal afgevoerd naar een sorteerlijn voor BSA. Voor de vennootschappen van de Schagen groep beheer bv wordt het BSA afgevoerd door Rova, Van Werven, Herms en Sita. Bij een sorteerlijn vindt er voorsortering plaats. Deze haalt het volgende uit het BSA¹⁶:

¹⁶ Gebaseerd op basis van een bij Tauw bekend voorbeeld van een sorteerlijn voor BSA

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

- vloerbedekking, voor inzet als secundaire brandstof
- andere grote objecten, meestal afvoer naar een AVI
- grote metalen voorwerpen, metaalrecycling

Daarna gaat het de sorteerlijn in die het BSA scheidt in de volgende fracties. De verwerking van deze fracties staat ook aangegeven:

- puin, naar breker voor puingranulaat
- gasbeton, afvoer naar stortplaats
- ijzer en andere ferro-metalen, naar recycling
- non-ferro-metalen, naar recycling
- hout a-kwaliteit, naar houtrecycling voor spaanplaat
- hout b-kwaliteit of c-kwaliteit, voor inzet als secundaire brandstof of afvoer naar stortplaats
- hoogcalorisch materiaal (vezelachtig materiaal, maar veelal kunststoffen), voor inzet als secundaire brandstof
- PVC, kunststofrecycling
- residuen van verschillende diameter, vrijwel allen naar een Afvalenergiecentrale (AEC)

Voor de berekening van CO₂-emissies berekenen we bij benadering met een verdeling van BSA in de volgende fracties:

- mineraal (puin en zand), circa 33%
- non-ferro metalen, circa 1%
- ferro metalen, circa 4%
- hout (A & B-kwaliteit), circa 28%
- overig, circa 34%, meestal vezelachtig of plastic materiaal wat (als RDF¹⁷) verbrand wordt in een AEC

Binnen deze verwerkingsoptie vindt er tweemaal transport plaats: Eerst van bouwplaats naar sorteerlijn en vervolgens van sorteerlijn naar gespecialiseerde verwerker. Voor de verwerking van het materiaal bij de eindverwerkers wordt verwezen naar onderstaande omschrijvingen bij de betreffende fracties.

4.2.3 Puin (mineraal)

De keten van de verwerking van puin bestaat uit een aantal stappen, waarbij er verschil kan zijn per werk hoe dit aangepakt wordt. Zo zal er bij grotere sloop- of bouwwerkzaamheden eerder voor gekozen worden om puin op locatie te breken met een mobiele breker. Bij het type bouwprojecten van de Schagen groep is het aannemelijker dat puin wordt afgevoerd naar een aparte, vaste puinbreker. In dat geval zijn de stappen in de keten als volgt:

¹⁷ Refuse Derived Fuel (brandstof afkomstig uit afval)

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

1. Sorteren op de bouwplaats

Materialen die bij de bouwwerkzaamheden niet in het bouwwerk worden verwerkt worden uitgestort in containers, meestal ter grootte van 6 à 10 m³. Dit is in principe handwerk (met kruiwagens, pallets of bigbags).

2. Afvoer van puin naar een puinbreker

Indien het puin direct geschikt is voor verwerking tot puingranulaat (het moet dan vrijwel alleen steen en beton bevatten) wordt het afgevoerd naar een puinbreker. De afstand hiervoor wordt geschat op 40 km. In specifieke gevallen (bij langere afvoerafstanden) zal er sprake zijn van een voortraject per as, gevolgd door verlading en afvoer per schip naar de puinbreker. Het meest gangbare is echter afvoer van puin naar per as naar de meest nabije puinbreker. Daar zorgt een staande breekinstallatie die werkt op een dieselgenerator voor het breken van het puin tot granulaat.

4.2.4 Hout

Op de bouwplaats wordt hout apart ingezameld. Hoe dit gebeurt, verschilt per project. In principe wordt hout waar nauwelijks verontreinigingen van ander materiaal (isolatiemateriaal, andere kunststoffen) aan zit (A-kwaliteit) apart ingezameld van hout met meer verontreinigingen (B- en C-kwaliteit). Vanaf daar wordt het direct afgevoerd naar een verwerker gespecialiseerd in hout waar het verkleint wordt voor afvoer naar eindverwerking. Hout afkomstig van BSA-sorteerlijnen komt hier ook terecht. Eindverwerking voor de verschillende kwaliteiten is als volgt:

A-kwaliteit

Dit is vrijwel niet verontreinigd hout waar hooguit verfesten aan zitten. Daarnaast draait het om massief hout. Dit wordt verwerkt tot spaanplaat. Daarvoor wordt het hout verkleind en worden de snippers tot platen geperst.

B-kwaliteit

Dit is een mengsel van plaatmateriaal en geveerd massief hout wat acceptabel is voor verbranding in een biomassaketel of –centrale. Daarvoor wordt het hout eerst ver shredderd tot houtchips. Deze chips worden dan, eventueel nog verpakt in zakken, indien voor kleinere afnemers, maar anders per truck vanuit opslag naar een biomassaketel of centrale afgevoerd.

C-kwaliteit

Dit is hout dat voor de andere toepassingen te verontreinigd is, omdat dit hout is behandeld met verduurzamingsmiddelen. Dit is wel nog geschikt voor toepassing als brandstof in speciale energiecentrales die beschikken over de juiste rookgasreiniging.

4.2.5 Dakleer

Dakleer komt voor in twee typen, waarvan het eerste type eigenlijk nauwelijks meer voorkomt in de projecten van Schagen. Dit betreft teerhoudend dakleer. Het bindmiddel daarin is afkomstig uit steenkoolteer-destillatie. Dit bevat hoge gehalten pak en is daarom een gevaarlijke afvalstof en moet gescheiden worden afgevoerd. Het wordt sinds midden jaren tachtig niet meer toegepast en komt dus niet vrij bij nieuwbouw, doch uitsluitend bij renovatie en sloop.

Het andere type dakleer is bitumenhoudend dakleer (bitumen is afkomstig uit de olieproductie en bevat geen pak's) gaat mee in de BSA-stroom. Alleen bij grote renovatieprojecten van daken wordt dit separaat afgevoerd en wordt dit materiaal opgewerkt om bijvoorbeeld te worden toegepast in asfalt.

4.2.6 Asbest

Indien dit vrijkomt bij een sloop- en renovatieproject zal dit worden afgevoerd door en naar een gespecialiseerde verwerker. In hoofdzaak zal het vervolgens worden gestort. We gaan uit van een relatief handmatige verwijdering, met beperkt gebruik van elektrisch handgereedschap. Energiegebruik wordt vooral verwacht van transport per as. Daarna gaan we uit van storten. Hierbij wordt een shovel ingezet.

4.2.7 Papier en karton

Papier wordt op veel plaatsen in Nederland gesorteerd voor verdere verwerking. Het wordt per as daar naartoe getransporteerd. Bij sortering vinden de volgende stappen plaats:

- laden in sorteerlijn met shovel
- verplaatsing met transportbanden
- uitzeven klein (papier) en grof (meestal karton)
- verwijderen plastics (met NIR, met afzuiging uit grof, of handmatig)
- handmatige controle
- balen persen

De gesorteerde balen worden overgeladen per heftruck op een vrachtwagen. Deze voert het papier af naar een papierfabriek. In de papierfabriek wordt van het papier- en karton weer papierpulp, daar worden vervolgens weer vezels en papier- of kartonrollen van gedraaid.

4.2.8 Bedrijfsafval (gemengd)

Ongesorteerd (resterend) bedrijfsafval gaat naar een veelal naar een AEC of incidenteel naar een sorteerlijn geschikt voor bedrijfsafval. Indien het direct naar een AEC gaat geschiedt eerst afvoer per truck naar de AVI. Daar wordt het vanuit de truck direct op de bunker gelost. Vanuit de bunker wordt met een grijparm de AEC gevoed waar het materiaal wordt verbrand. Een groot deel van de AECs zet de energie van verbranding om in elektriciteit en soms ook restwarmte voor levering aan derden.

Bij een sorteerlijn vindt dezelfde verwerking plaats als voor BSA, echter de terugwinpercentages zijn verschillend. Het merendeel van het afval wordt als RDF afgevoerd naar een AEC.

4.3 Berekening CO₂-emissies keten afval

4.3.1 Uitgangspunten

De afvalverwerking zoals deze in de vorige paragraaf beschreven is, komt over het algemeen overeen met de afvalverwerking zoals die is meegenomen in de studie van PROGNOS¹⁸. De studie van Prognos geeft benaderingen van Europese gemiddelde CO₂-emissies van de processen of activiteiten in de verschillende afvalverwerkingsroutes. Daarnaast geeft het de vermeden CO₂-emissie van uitgespaarde nieuwe materiaalproductie. Hieronder geven we aan welke verwerkingwijzen de studie van Prognos hanteert en of dit afwijkt van de afvalverwerking zoals verwacht voor het afval van de bv's van de Schagen groep beheer bv.

- Asfaltpuin en Puin: Prognos hanteert geen aparte categorie voor asfaltpuin. We gaan uit van het scenario voor "puin", in de studie door Prognos: minerale fractie sloopafval. Uit de Ecoinvent- database (v2.01) is een Europees gemiddeld proces voor het shredderen en granuleren met mobiel materieel genomen. Er zal verschil zijn met het gebruik van een vaste installatie, maar dit zal eerder leiden tot een overschatting van de directe CO₂-emissies. Als vermeden productie heeft Prognos gekozen voor netto 0 CO₂-besparingen / -emissies, aangezien er grote verschillen zijn tussen puin dat gravel vervangt als bouw- of vulmateriaal of puin dat natuursteen vervangt. Gravel is vaak makkelijk winbaar in tegenstelling tot natuursteen, waardoor in het ene geval puin breken nadeliger en in het andere voordeliger is.
- Asbest: Dit is door Prognos niet meegenomen. We gaan hier uit van stort en berekenen alleen een CO₂-emissie voor transport. De aannames voor transport worden hieronder toegelicht.
- Bedrijfsafval, restfractie BSA: Dit is gemengd afval, vooral afkomstig van kantoorlocaties. Voor de restfractie van BSA nemen we aan dat dit dezelfde verwerkingwijze kent als bedrijfsafval. De samenstelling van bedrijfsafval en de restfractie BSA zal verschillen. In de laatstgenoemde fractie zal minder GFT en meer vezelachtig materiaal en meer plastic aanwezig zijn. Uit de opties die Prognos geeft voor restafval kiezen we voor een geoptimaliseerde AVI voor huisvuil met een efficiëntie van elektriciteitsopwekking van 14% en restwarmteproductie van 45%. De efficiëntie voor restwarmtelevering wordt in Nederland in de praktijk niet gehaald, daarentegen is de efficiëntie van elektriciteitsproductie waarschijnlijk hoger. Voor het inputmateriaal hanteert Prognos een stookwaarde¹⁹ van 9 MJ/kg en een gehalte fossiele brandstof (kunststof) van 78,4 gram/kg afval. Beide zullen bij bedrijfsafval door een hoger gehalte aan plastic folies en verpakkingen waarschijnlijk hoger zijn. De reële CO₂-emissie van dit proces is daarmee waarschijnlijk hoger dan hier berekend.
- Glas: Prognos gaat uit van glas van gescheiden inzameling bij huishoudens. Glas dat van bouw- en sloopwerkzaamheden afkomstig is, zal voornamelijk vlakglas zijn. De inzameling

¹⁸ "Resource saving and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020", Prognos AG, INFU, Ifeu GmbH, Berlin, October 2008

¹⁹ Stookwaarde uitgedrukt in "lower heating value" (LHV)

zal efficiënter zijn dan in het geval van ophaalwagens voor glas van huishoudens in een stad. Het is niet bekend wat het effect is op het energiegebruik van het recycleproces wanneer met vlakglas wordt gewerkt in plaats van glazen verpakkingen (flessen, potten) van huishoudens. Mogelijk is extra sortering op type glas nodig, maar kan er ook een hogere vervangingsgraad van nieuw glas worden bereikt.

- B-hout: Voor B-hout nemen we aan dat de in Prognos gebruikte verwerkingsketen van verbranding van hout vergelijkbaar is met de situatie in Nederland. B-hout gaat naar verbranding in een biomassaketel of als bijstook in een kolencentrale of voor “subcoal”-inzet naar een cementoven. In alle gevallen vervangt het fossiele brandstoffen. Volgens Prognos is er voorbehandeling nodig (voorbeelden: uitzeven verontreinigingen, shredderen en drogen). Prognos gaat daarnaast uit van vervanging van de gemiddelde EU-27 elektriciteitsmix, met 24% efficiëntie van stroomproductie en 39% efficiëntie van elektriciteitsproductie. In Nederland zal dit anders zijn. De uiteindelijke besparing aan vermeden CO₂-emissies van fossiele brandstoffen zal mogelijk afwijken van de situatie in Nederland. Wij verwachten dat dit niet meer zal zijn dan ±25%.
- Dakleer: Bij dakleer gaan we uit van storten. Zie de aannames voor transport hieronder.
- Metaal, non-ferro: Voor non-ferro metalen nemen we het scenario van Prognos voor de recycling van koper.
- Metaal, ferro: Voor ferro-metalen nemen we het scenario van Prognos voor de recycling van staal.
- Papier: Bij papier gaat Prognos uit van 50% krantenpapier en 50% Kraft-papier. Het effect op de omvang van vermeden CO₂-emissies door recycling is onbekend. Verder kunnen er vraagtekens bij worden geplaatst of er nog wel gesproken kan worden van vermeden emissies nu recycling van papier en karton gemeengoed is geworden en prijzen ook voor gerecycled papier. We kiezen er echter voor de benadering van Prognos over te nemen.
- PVC: Bij recycling van PVC gaat Prognos uit van kwaliteitsverlies en een substitutiefactor van 90%.

Prognos gaat in vrijwel alle gevallen uit van (gescheiden) huishoudelijk afval. Dit nemen zij mee vanaf inzameling, via sortering tot eindverwerking. Alleen bij puin is er sprake van extra handelingen voor sloop. De handelingen voor demontage of verwijdering zitten er meestal niet bij inbegrepen. In het type werk van Schagen infra (GWW), maar vooral Salverda (bouw) gaat het dan om het energiegebruik van brekers, sloopkogels, boren, elektrische zagen, transportliften en shovels. In deze ketenanalyse nemen we deze zaken ook niet mee. Reden is dat het vraagt om of uitvoerige data-analyse of grove schattingen van de duur en het energiegebruik op het werk, terwijl onze verwachting is dat de tijd en het energiegebruik in het niet vallen tegen het energiegebruik van transport, recycling en vermeden productie of energieproductie.

Aannames transport

Concept

Kenmerk R003-4801139JUL-V01

Voor asbest, voor de afvoer van BSA naar een sorteerlijn en voor dakleer gaan we uit van alleen CO₂-emissies voor transport. Daarvoor is onze aanname dat de afgelegde afstand van de truck, heen- plus terugrit, 60 km bedraagt. We nemen verder de CO₂-emissiefactor voor bulktransport uit de het Handboek voor de CO₂-prestatieladder versie 2.0. Deze bedraagt 110 gram CO₂ per tonkm. Door vermenigvuldiging van het tonnage met 60 km en de emissiefactor wordt de CO₂-emissie voor het transport verkregen: zie tabel 4.2.

4.3.2 Resultaten en discussie

Op basis van de eerder genoemde verdeling na sortering van het BSA komen we tot de totale hoeveelheden afval voor eindverwerking zoals genoemd in de derde kolom van tabel 4.2.

Reststroom	Sortering door BSA per sorteerlijn (ton)	Verwerkt per reststroom (ton)	Alleen Transport CO ₂ -emissie (kg)	Emissie-factoren directe emissies (kg CO ₂ /ton)	Emissie-factoren vermeden productie (kg CO ₂ /ton)	Totale emissies (ton CO ₂)		Totaal (ton CO ₂)
						Direct	Verme-den	
Asfaltpuin (teevrij)		11		14	14	0,2	0,2	0
Asbest		47	0,3					0,3
Bedrijfsafval	385,7	386,1		300	540	115,8	208,5	-92,7
Glas		61		20	200	1,2	12,3	-11
BSA	1.134,3	0	7					7,5
B-hout	317,6	595		70	990	41,7	589,2	-548
Dakleer		0,7	4					4,5
Metaal non-ferro (koper)	11,3	11		1.690	2.870	19,2	32,6	-13
Metaal ferro (staal)	45,4	45			1.000	0,0	45,4	-45
Papier		16		180	1.000	2,9	16,0	-13
Puin	374,3	1.488		14	14	20,8	20,8	0
PVC		2,8		790	1.530	2,2	4,2	-2,0
Totaal	0	2.665	12			203,9	-929,1	-713

Tabel 4.2 Emissiefactoren (Prognos, 2008) en totale emissies en vermeden emissies afvalverwerking Schagen groep beheer bv

4.3.3 Discussie

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de afvalverwerking Schagen groep beheer bv netto CO₂ bespaart. Dit betekent niet dat meer afval beter is. Het gaat hier om vermeden emissies van met name vermeden energieproductie uit fossiele brandstoffen (door verbranding B-hout en door verbranding organisch deel van bedrijfsafval en restfractie BSA). Biomassa hoeft echter niet per

definitie eerst in een bouwwerk te worden verwerkt voor het als brandstof kan worden gebruikt. Er kan dus geen stimulans tot meer houtverwerking in worden gelezen.

De uitkomsten hangen in sterke mate af van de keuze voor een elektriciteitsmix die wordt vervangen door biomassa- en afvalverbranding. Daarnaast is de efficiëntie van de energieproductie uit biomassa en afval van belang. Deze aspecten zijn reeds hierboven aangekaart. De situatie in Nederland verschilt gegarandeerd van Prognos' benadering van het Europese gemiddelde. De verschillen tussen de energieproductie in de diverse Europese landen zullen naar onze mening nooit leiden tot een groter verschil in CO₂-emissies van circa 25%. De resultaten zijn naar onze mening voldoende nauwkeurig voor het doel van deze CO₂-ketenanalyse.

Voor verdere reductie van CO₂-emissies kan gekeken worden naar het verhogen van het recyclingspercentage, vooral voor kunststoffen, hout en eventueel andere organisch materiaal in het afval. Bij kunststoffen is het potentieel voor CO₂-reductie door recycling groot. Daarbij zorgen kunststoffen in het bedrijfsafval bij verbranding voor CO₂-emissies van fossiele grondstoffen (olie voor kunststof). Geschat wordt dat indien alle kunststoffen uit het bedrijfsafval gerecycled worden, dit theoretisch een potentiële besparing van circa 100 ton CO₂ oplevert.

4.3.4 Conclusie

De geschatte CO₂-emissie voor de keten van afvalverwerking komt uit op een netto besparing van 713 ton CO₂. Deze schattingen zijn gebaseerd op algemene gemiddelde Europese CO₂-emissiefactoren voor afvalverwerking op basis van een studie door Prognos. De daarin gekozen verwerkingswijzen en aannames kunnen leiden tot afwijkingen van wat bij de verwerking van bedrijfsafval van Schagen in realiteit plaatsvindt. De grootste CO₂-winst zit in de positieve CO₂-balans door vermeden CO₂-emissies in de verwerking van bedrijfsafval en B-hout. Beide worden normaal gesproken verbrand met elektriciteitsopwekking en vermijden in principe het gebruik van fossiele brandstoffen, zoals steenkool of aardgas. De netto CO₂-besparing hangt af van de gekozen elektriciteitsmix. Deze zal in Nederland afwijken van het Europees gemiddelde. Een andere belangrijke factor in de keten-CO₂-emissie van afvalverwerking is de CO₂-neutrale verwerking van puin. Dit is in omvang (1.488 ton) veruit de grootste reststroom van Schagen Groep Beheer bv. De verwerking ervan (bijvoorbeeld transport en breken) kost energie, maar bespaart ook emissies voor bijvoorbeeld de winning van grind of andere bouwmaterialen die door puingranulaat vervangen worden.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Dit rapport heeft tot doel inzicht te bieden in de meest materiële emissies uit scope 3. Daarvoor is nagegaan wat de meest materiële scope 3 emissies zijn en zijn daarnaast voor twee broeikasgasgenererende ketens van activiteiten de broeikasgasemissies in kaart gebracht (eis 4.A.1 uit de CO₂-prestatieladder). Door de keuze van Schagen Groep Beheer bv voor het meenemen van beton in deze scope 3 analyses kan bij toepassing van de CO₂-prestatieladder in de EMVI-criteria van een bouwproject ook worden voldaan aan eis 4.A.1 uit de EMVI. Op basis van deze analyses kan ook een geïnformeerd besluit worden genomen over reductiedoelstellingen en bijbehorend plan van aanpak. Aanbevelingen daarvoor volgen na deze conclusie.

Inzicht in scope 3 emissies

Op basis van een globale inventarisatie is de conclusie dat de belangrijkste scope 3 categorieën qua CO₂-emissie voor Schagen de productieketens van beton en asfalt zijn. Daarnaast biedt afvalverwerking nu en mogelijk in de toekomst nog meer een potentieel voor CO₂-emissiereductie. Aangezien er al veel inzicht bestaat in de CO₂-emissie bij de productie van asfalt, worden alleen de productieketens van beton en afvalverwijdering nader bekeken.

Ketenanalyse beton

De geschatte CO₂-emissie voor de keten van Schagen ligt, gezien de hiervoor beschreven onzekerheden, in de range van 9.631 (±25%) ton CO₂. Circa 2/3^e hiervan, 6.223 ton, wordt veroorzaakt door de winning en productie van grondstoffen. Daarnaast is circa 2.158 ton CO₂-emissie (ongeveer 1/4^e) afkomstig van de aanvoer van deze grondstoffen. De overige emissies zijn voor de productie in Hasselt, en aanvoer naar, toepassing in en verwijdering van beton uit een werk. Het gaat hier om ongewapend beton.

In deze cijfers zitten nog enkele onzekerheden. Om een zekerere schatting te krijgen is het vooral nodig om de belangrijkste toeleveranciers van grondstoffen en betonmortel ertoe te bewegen hun CO₂-emissies in kaart te brengen en te communiceren. Hetzelfde geldt voor de belangrijkste transporteurs. Daarnaast zal op een enkel punt, zoals voor het transport naar bouwlocatie de eigen registratie van het brandstofverbruik moeten verbeteren.

Ketenanalyse afvalverwerking

De geschatte CO₂-emissie voor de keten van afvalverwerking komt uit op een netto besparing van 713 ton CO₂. Deze schattingen zijn gebaseerd op algemene gemiddelde Europese CO₂-emissiefactoren voor afvalverwerking op basis van een studie door Prognos. De daarin gekozen verwerkingswijzen en aannames kunnen leiden tot afwijkingen van wat bij de verwerking van bedrijfsafval van Schagen in realiteit plaatsvindt. De grootste CO₂-winst zit in de positieve CO₂-

balans door vermeden CO₂-emissies in de verwerking van bedrijfsafval en B-hout. Beide worden normaal gesproken verbrand met elektriciteitsopwekking en vermijden in principe het gebruik van fossiele brandstoffen, zoals steenkool of aardgas. De netto CO₂-besparing hangt af van de gekozen elektriciteitsmix. Deze zal in Nederland afwijken van het Europees gemiddelde. Een andere belangrijke factor in de keten-CO₂-emissie van afvalverwerking is de CO₂-neutrale verwerking van puin. Dit is in omvang (1.488 ton) veruit de grootste reststroom van Schagen Groep Beheer bv. De verwerking ervan (bijvoorbeeld transport en breken) kost energie, maar bespaart ook emissies voor bijvoorbeeld de winning van grind of andere bouwmaterialen die door puingranulaat vervangen worden.

5.2 Aanbevelingen opties voor CO₂-reductie

Beton

Voor reductie van CO₂-emissies in de keten van beton is de eerste aanbeveling de CO₂-emissies van grondstoffenleveranciers en transporteurs beter in beeld te krijgen. Op basis van de huidige inzichten kan echter wel reeds gesteld worden dat wijziging van de samenstelling van het betonmengsel van CEMI en CEMII naar meer CEMIII reeds tot grote besparingen kan leiden. Verder zijn de brandstofefficiëntie of alternatief de afstand van transport, met name voor de aanvoer van grind- en steenslag, een goede tweede optie voor CO₂-emissiereductie in de keten.

Afvalverwerking

Voor verdere reductie van CO₂-emissies kan gekeken worden naar het verhogen van het recyclingspercentage, vooral voor kunststoffen, hout en eventueel andere organisch materiaal in het afval. Bij kunststoffen is het potentieel voor CO₂-reductie door recycling groot. Daarbij zorgen kunststoffen in het bedrijfsafval bij verbranding voor CO₂-emissies van fossiele grondstoffen (olie voor kunststof). Geschat wordt dat indien alle kunststoffen uit het bedrijfsafval gerecycled worden, dit theoretisch een potentiële besparing van circa 100 ton CO₂ oplevert.

Bijlage

1

Onderbouwing CO₂-emissiefactoren ketenanalyse beton

In deze bijlage geven we achtereenvolgens de CO₂-emissiefactoren van:

1. de winning en/of productie van grondstoffen
2. de aanvoer van grondstoffen

1. CO₂-emissiefactoren productie grondstoffen

Cement

Voor de CO₂-emissie van de productie van de diverse soorten cement zijn twee van de grootste cementleveranciers van de Schagen Groep Beheer bv aangeschreven, dit waren Cemex Westzement en Spenner Zement, beiden uit Nord-Rhein-Westfalen (Duitsland). De eerste heeft de branchegemiddelde cijfers voor CO₂-emissies van de verschillende soorten beton toegestuurd als antwoord op de vraag. De tweede liet weten dat deze informatie gevoelig is om concurrentieoverwegingen.

De cijfers die aldus beschikbaar zijn voor de CO₂-emissie van CEM I, CEM II, en CEM III staan weergegeven in tabel 5.1. Aangezien de cijfers van het Cement & Beton Centrum branchegemiddelden vertegenwoordigen heeft het de voorkeur deze cijfers te gebruiken. Anderzijds zijn de cijfers van Strukton beter traceerbaar en zitten er bij CEMII een groot verschil tussen de beide bronnen. Daarom is ervoor gekozen om verder te rekenen met een waarde die tussen beide bronnen in zit.

Type / Bron	Cement & Beton Centrum ²⁰		Strukton ²¹	Gemiddeld
Eenheid	kg CO ₂ /ton cement	kg CO ₂ /m ³ cement	kg CO ₂ /ton cement ²²	kg CO ₂ /ton cement
CEM I	818	1.090	780	800
CEM II (CEM NL)	486	870	682	584
CEM III	296	520	305	300

Tabel 5.1 CO₂-emissiefactoren cementproductie

Zand

Dyckhoff-Basal Toeslagstoffen bv is tweemaal per e-mail benaderd, maar is helaas geen reactie ontvangen. Wel hebben zij CO₂-inventarisaties voor het gehele bedrijf op hun website gepubliceerd, maar zonder opsplitsing naar grondstof. Voor zand is daarom gebruik gemaakt van publiek beschikbare data. Hiervoor lopen schattingen uiteen. We nemen regionale zandwinning als uitgangspunt, aangezien dit het meest overeenkomt bij de winning van rivierzand van Dyckerhoff nabij Zwolle.

De verschillende gevonden waarden voor de CO₂-emissie van zandwinning zijn:

- DuboCalc 2.0 (industriezand): 2,78 kg CO₂/ton zand
- CE Delft (grootschalige betonzandwinning): 1,13 kg CO₂/ton zand

²⁰ Bron: Brief Milieuprofielen cement, Cement&Beton Centrum, 2011, toegestuurd door Cemex Westzement

²¹ Bron: "Analyse scope 3 emissiebron beton, CO₂-emissie voor beton, projecten 2009" Janet Buermann en Ferdinand van den Brink, versie 2.0, Definitief

²² Voor omrekening van CO₂-emissies per kuub naar per ton cement zijn de volgende dichtheden gebruikt (bron: rapportage Strukton): CEMI 1,4 ton/m³; CEMII 1,275 ton/m³; CEMIII 1,7 ton/m³

- CE Delft (regionale betonzandwinning): 2,42 kg CO₂/ton zand

De waarden van CE Delft zijn op basis van een literatuurstudie uit 1992 waarin gegevens voor het energiegebruik van zandwinning zijn samengevat. Deze zijn omgerekend naar CO₂ emissies. Die berekening is voor grootschalige winning:

- energiegebruik is: 12,5 MJ diesel per ton zand
- bij een stookwaarde van 41,7 MJ/kg diesel²³ is dit: 0,30 kg diesel
- bij een dichtheid van 0,832 kg/Liter is dit: 0,36 liter diesel
- bij een CO₂-emissiefactor²⁴ van 3,135 kg CO₂/liter is dit: 1,13 kg CO₂ per ton zand

En voor regionale zandwinning:

- energiegebruik: 17,95 MJ diesel en 1,75 kWh elektriciteit per ton zand
- voor diesel, zelfde soort berekening als bij grootschalige winning: 1,62 kg CO₂/ton zand
- voor elektriciteit, CO₂-emissiefactor²⁵ van: 0,455 kg CO₂/kWh: 0,80 kg CO₂/ton zand
- totaal: 2,42 kg CO₂ per ton zand

Grind

Voor de winning van grind is hetzelfde onderzoek gebruikt als voor de winning van zand. Het energiegebruik is becijferd op 34,5MJ diesel per ton grind voor winning, breken en transport. Dit komt overeen met 0,83 kg diesel²⁶ ofwel 0,99 liter diesel. Verbranding levert een CO₂ emissie op van 3,12 kg CO₂. Dit is berekend met de CO₂-emissiefactor van diesel uit het Handboek CO₂-Prestatieladder v 2.0 (23 juni 2011). Deze bedraagt 3,135 kg CO₂/liter.

Water

Voor de drinkwaterwinning bedraagt het stroomgebruik in Nederland gemiddeld 0,47 kWh_{elec}/m³. Voor de distributie wordt er aanvullend 0,11 kWh_{elec}/m³ verbruikt (bron: Op weg naar een energieneutrale waterketen, STOWA, 2008-17). Bij een CO₂-emissiefactor van 455 gram CO₂/kWh (grijze stroom NL, bron: CO₂-prestatieladder) komt de totale CO₂-emissie voor levering van drinkwater uit op: 0,26 gram CO₂/liter.

2. CO₂-emissiefactoren aanvoer grondstoffen naar Hasselt

Aanvoer van zand

Zand bestaat uit metselzand en betonzand. Van beide soorten werd in 2010 circa 14 kton geleverd.

Het metselzand was afkomstig van een zandwinning van Dyckerhoff in De Haerst bij Zwolle. Deze wordt over een afstand van 15 km per as aangevoerd naar Hasselt door transportbedrijf W. Remmink & Zn Transport bv. De transporteur kon geen gegevens verstrekken over het gemiddelde energiegebruik zoals dat voor ritten zoals voor Schagen plaatsvindt. Daarom hanteren we de conversiefactoren voor bulkgoederenvervoer uit het Handboek 2.0 van de CO₂-prestatieladder.

²³ Bron: Cijfers en Tabellen 2007, AgentschapNL

²⁴ Handboek CO₂-prestatieladder versie 2.0

²⁵ idem

²⁶ Op basis van stookwaarde van 41,7 MJ/kg in "Cijfers en tabellen 2007", Senternovem, 2008

Voor bulk vrachtvervoer bedraagt deze: 110 gram CO₂ per tonkm. Remmink vervoerde in 2010 circa 14 kton over 15 km afstand. Dit leidt tot een CO₂-emissie van: $14.082 \text{ ton} * 15 \text{ km} * 110 \text{ gram CO}_2/\text{tonkm} = 23 \text{ ton CO}_2$

Betonzand (circa 14 kton) is afkomstig uit rivierzandwinning langs de Rijn en wordt door Strating Trading over een afstand van 200 km per schip naar Hasselt getransporteerd. Volgens opgave van Schagen Groep bedraagt de lading van het binnenvaartschip per keer 1.500 à 2.000 ton. Dat staat gelijk aan een 32 TEU binnenvaartschip waarvoor de CO₂-prestatieladder een CO₂-emissiefactor van 65 gram CO₂ per tonkm hanteert. De totale CO₂-emissie komt dan uit op: $14.205 \text{ ton} * 200 \text{ km} * 65 \text{ gram/tonkm} = 185 \text{ ton CO}_2$

De totale CO₂-emissie voor de zandaanvoer in 2010 naar de betoncentrale in Hasselt komt uit op 208 ton CO₂.

Transport van grind en steenslag

De circa 41 kton grind en steenslag worden aangevoerd vanaf winplaatsen aan de bovenrijn. Deze komen ook per binnenvaartschip naar Nederland en worden ook vervoerd door Strating Trading. De CO₂-emissiefactor blijft hetzelfde. De afstand is echter 600 km. De totale CO₂-emissie van dit transport komt dan uit op: $40.993 \text{ ton} * 600 \text{ km} * 65 \text{ gram/tonkm} = 1.599 \text{ ton CO}_2$

Transport van cement

Cement (circa 11 kton) komt uit Beckum of uit Erwitte in Duitsland. We gaan uit van een verdeling 50:50. De aanvoer is per as. De kortste snelwegroute vanuit Beckum bedraagt 267 km, vanuit Erwitte 290 km. Als CO₂-emissiefactor hanteren we net als voor de aanvoer zand 110 gram CO₂/tonkm uit de CO₂-prestatieladder. De berekening van de emissie is dan: $(267 + 290) / 2 * 10.909 \text{ ton} * 110 \text{ gram/tonkm} = 334 \text{ ton CO}_2$

Aanvoer van vliegass

De vliegass kan afkomstig zijn van drie elektriciteitscentrales, gelegen op: de Maasvlakte, bij Nijmegen en bij Voerde. De gemiddelde afstand gewogen naar tonnage bedroeg in 2010 153 km. Verder gaan we uit van bulktransport met een CO₂-emissie van 110 gram / tonkm. De totale CO₂-emissie komt daarmee uit op: $393 \text{ ton} * 153 \text{ km} * 110 \text{ gram/tonkm} = 6,6 \text{ ton CO}_2$

Aanvoer van Densit (smeltbasalt)

Dit is afkomstig van het bedrijf Densit. Leveringen zijn afkomstig uit Denemarken en gaan per as. De afstand bedraagt 673 km (aannee: vanaf Odense). De CO₂-emissie komt daarmee uit op: $149 \text{ ton} * 673 \text{ km} * 110 \text{ gram/tonkm} = 11 \text{ ton CO}_2$