



Strukton

Strukton

Analyse scope 3 emissiebron beton

CO₂ Emissie voor beton, projecten 2009

Janet Buerman
Ferdinand van den Brink

20 mei 2010
Versie 2.0
Definitief

Inhoud

1 Inleiding	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Motivatie	3
1.3 Afbakening & Doel	4
1.4 Werkwijze	4
2 De CO₂-prestatieladder	4
2.1 Basis van ProRail	4
2.2 Niveaus en invalshoeken	6
3 Afweging van de relevante scope 3 CO₂-emissiebronnen	6
3.1 Relevante scope 3 categorieën	6
3.2 Maatschappelijk belang	7
4 Identificatie van de partners in de productieketen	8
4.1 Identificatie van leveranciers	8
4.2 Uitwerking van de keten	8
4.2.1 Grondstoffen	8
4.2.2 Productie	9
4.2.3 Transport	9
4.2.4 Verwerking van beton	9
4.2.5 Gebruikfase van het beton	9
5 Kwantificering van de emissies	11
5.1 Factoren grondstoffen	11
5.2 Uitstoot voor beton	13
5.3 Productieanalyse	13
5.4 Transport	14
5.5 Hoeveelheden	14
6 Discussie, conclusies en aanbevelingen	15
6.1 Discussie	15
6.2 Conclusie	16
6.3 Aanbevelingen	17
6.4 Emissie reductie doelstellingen binnen Strukton	18
Bronnen	20
Bijlage 1: Certificatieschema (algemeen)	22
Bijlage 2: Rekenmodel CO₂ emissie beton	23
Bijlage 3: Gegevens CO₂ onderzoek	24

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In de visie van Strukton is maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO) een onderdeel van de dagelijkse praktijk. Hierbij hoort dat Strukton gericht is op efficiëntie, concurrentiekracht en innovatie. Onderscheidend hierin is echter de zorg die Strukton draagt voor het welzijn van haar werknemers en de omgeving. Binnen het laatste aandachtsgebied heeft Strukton belangrijke stappen ondernomen door zich aan te sluiten bij het convenant Leidende Principes, dat in de bouwsector de basis vormt voor een maatschappelijk verantwoord inkoopbeleid en door het opstellen van bijvoorbeeld het Energiemanagement plan (Hoekemeijer, 2009).

Verdere invulling van dit beleid kan worden geleverd door participatie in het duurzaamheidsprogramma van ProRail. Op basis van het duurzaamheidsprincipe heeft ProRail een ambitieus milieubeleid opgezet. ProRail neemt daartoe initiatieven om haar producten en processen zo duurzaam mogelijk te maken. Het streven is om het gebruik van grondstoffen en energie tot een minimum te beperken. Tevens is ProRail bezig met het berekenen van haar eigen "Carbon Footprint," welke wordt gebruikt om een CO₂ reductieprogramma op te zetten. Als onderdeel van dit reductieprogramma wil ProRail haar leveranciers en dochterondernemingen stimuleren om duurzamer te worden en dus klimaatbewust te produceren en te werken (ProRail, 2009a).

In het kader van klimaatbewust produceren en werken, heeft ProRail de CO₂ prestatieladder geïntroduceerd. De CO₂-prestatieladder moet bedrijven die deelnemen aan de aanbestedingen van ProRail stimuleren hun eigen CO₂-emissiebronnen te kennen. Door kennis te hebben van de eigen CO₂-emissiebronnen, zijn deze bedrijven in staat om reductiemogelijkheden te identificeren en te realiseren. Hoe meer een bedrijf zich hiervoor inspant, hoe groter het voordeel bij een gunning¹.

1.2 Motivatie

Het initiatief van ProRail sluit aan bij het streven van Strukton om mee te werken aan vermindering van CO₂ uitstoot. Dit streven komt voort uit het MVO beleid dat binnen Strukton hoog in het vaandel staat. Voor Strukton betekent het resultaat van de CO₂ prestatieladder, met als doel het reduceren van de CO₂ uitstoot, een waardevolle aanvulling op het huidige MVO beleid.

Passend bij de visie op de toekomst, is het bereiken van het hoogste niveau op de CO₂ prestatieladder een middel om naar een gereduceerde CO₂ uitstoot te streven.

¹ Gunning – Het mogen uitvoeren van een project in opdracht van ProRail na selectie (aanbesteding) . Bij het voldoen aan de voorwaarden die ProRail stelt, is de kans op het mogen uitvoeren van een opdracht groter.

1.3 Afbakening & Doel

De CO₂-prestatieladder is gebaseerd op het "Green House Gas Protocol" (World resources insitute, 2009), hierna te noemen GHG protocol. Binnen dit GHG protocol zijn een drietal scopes te onderscheiden:

- Scope 1: directe emissiebronnen binnen de eigen organisatie.
- Scope 2: indirecte emissiebronnen gericht op het verbruik van ingekochte elektriciteit.
- Scope 3: overige indirecte emissiebronnen veroorzaakt door activiteiten van de eigen organisatie (emissies van leveranciers).

Dit rapport heeft als doel een emissie inventarisatie van een Scope 3 emissiebron in kaart te brengen. Dit zal op basis van de GHG protocol geschieden en zal geen volledige levenscyclus analyse van een ingekocht product of grondstof omvatten. Dit onderzoek is beperkt tot de identificatie van de CO₂-emissies. Er is aangenomen dat in de brongegevens de emissies van CH₄ en N₂O zijn meegenomen, daar dit een CO₂-equivalent betreft en bij de CO₂ emissie wordt opgeteld. CH₄ en N₂O zijn in verhouding met CO₂ minder schadelijk tot minimaal schadelijk. De hoeveelheden CH₄ en N₂O zijn dus te verwaarlozen.

Dit rapport heeft het doel een weergave te geven van de CO₂ uitstoot van de betonketenanalyse in 2009 van Strukton. De keuze voor beton wordt in hoofdstuk 3 van het rapport onderbouwd. Als er sprake is van een bouwcombinatie wordt de procentuele deelname ook als factor gebruikt voor de deelname van de CO₂ uitstoot.

1.4 Werkwijze

Als eerste zal er een korte uitleg gegeven worden over de CO₂ prestatieladder van ProRail. Daarna is er een afweging gerapporteerd die heeft plaatsgevonden tussen verschillende materialen. In deze rapportage wordt de keuze voor het materiaal beargumenteerd. In hoofdstuk 4 worden de leveranciers en partners benoemd die deel maken van de keten. Hierbij wordt de keten tekstueel en visueel gerapporteerd. Hierna zullen de emissies gekwantificeerd worden in hoofdstuk 5. Tenslotte volgen conclusies met de uitkomsten van de CO₂ uitstoot van de betonketenanalyse van 2009 voor Strukton en aanbevelingen.

2 De CO₂-prestatieladder

2.1 Basis van ProRail

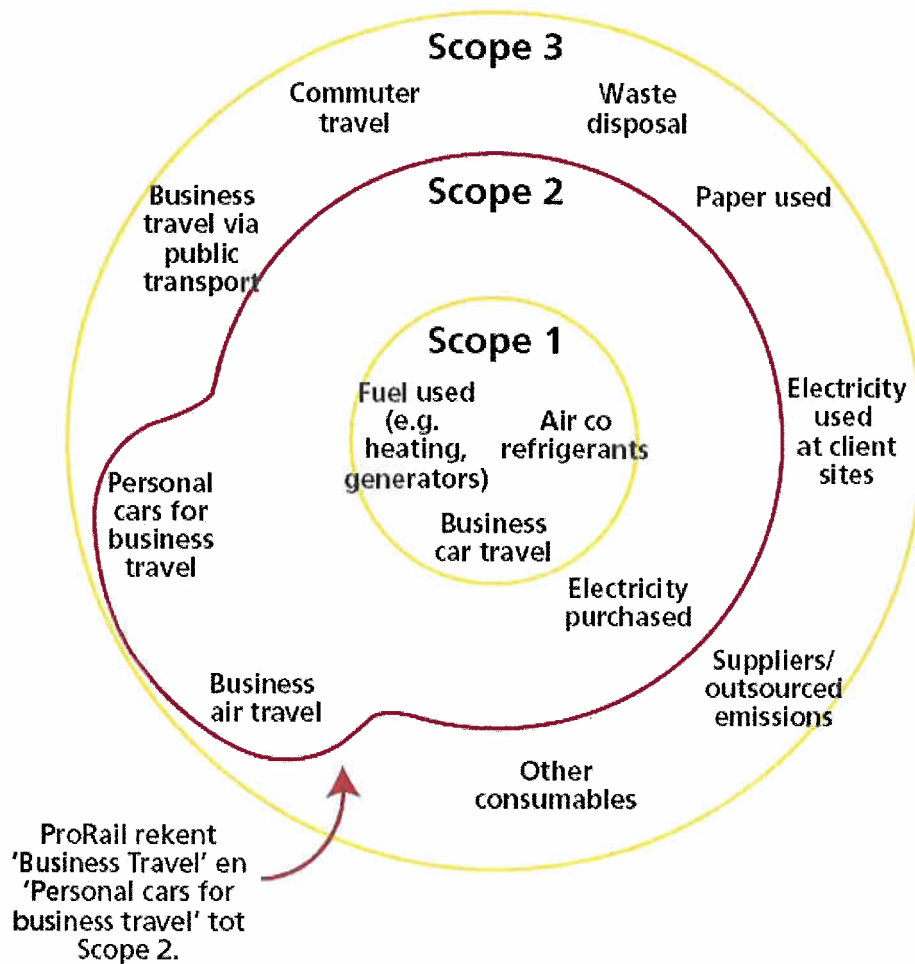
De CO₂-prestatieladder is gebaseerd op het GHG protocol (World resources insitute, 2009). Binnen dit GHG- protocol zijn een drietal scopes te onderscheiden:

- Scope 1: Directe emissiebronnen binnen de eigen organisatie.
 - Brandstof verbruik van machines en vervoermiddelen (b.v. leaseauto's) die in het bezit zijn van het bedrijf.
 - ProRail rekent Koelvloeistoffen in Airco's e.d. als een scope 1 emissie.
- Scope 2: Indirecte emissiebronnen gericht op het verbruik van ingekochte elektriciteit.
 - Verbruik van elektriciteit van gebouwen en machines.
 - ProRail rekent zakelijke vliegreizen en het gebruik van privé auto's voor zakelijke reizen als een scope 2 emissie.
- Scope 3: Overige indirecte emissiebronnen veroorzaakt door activiteiten van de eigen organisatie (emissies van leveranciers, woon-werk autoverkeer).
 - Winning en productie van ingekochte materialen en grondstoffen
 - Transport gerelateerde activiteiten
 - Energie gerelateerde activiteiten die niet in scope 2 inbegrepen zijn

Strukton scope 3 beton

- Verhuur activiteiten, franchise activiteiten, uitbestede activiteiten
- Gebruik van verkochte producten en diensverleningen
- Afval verwijdering

Dit is ook weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Scopediagram ProRail (ProRail, 2009a)

2.2 Niveaus en invalshoeken

De CO₂-prestatieladder kent een zestal niveaus, opklimmend van 0 tot 5. Per niveau krijgt een bedrijf aan de hand van een vaste set eisen een plaats op de prestatieladder. Deze eisen komen voort uit een viertal invalshoeken met elk een eigen weegfactor:

Tabel 1: Niveaus prestatieladder

Niveau:	Omschrijving invalshoek	Weegfactor:
A0 – 5	Inzicht (in eigen "carbon footprint")	40%
B0 – 5	CO ₂ -reductie (de vastgelegde ambitie)	30%
C0 – 5	Transparantie (de wijze waarop een bedrijf intern/extern communiceert)	20%
D0 – 5	Deelname aan initiatieven (de mate waarin een bedrijf met collega-bedrijven samenwerkt op het gebied van CO ₂ -reductie)	10%

Hoe beter de CO₂ prestaties van een bedrijf op deze invalshoeken, hoe hoger de positie van het bedrijf op de prestatieladder (zie bijlage 1). Uit de prestatieladder van ProRail is gebleken dat er binnen niveau 4 minstens twee analyses uitgevoerd moet worden van een scope 3 emissie (ProRail, 2009b). In het volgende hoofdstuk wordt de keuze van de scope 3 emissie verklaard.

3 Afweging van de relevante scope 3 CO₂-emissiebronnen

3.1 Relevante scope 3 categorieën

De gekozen emissie inventarisatie moet conform het GHG protocol voldoen aan de volgende criteria:

- Relevantie;
- Mogelijkheid voor kostenbesparing;
- Het voorhanden zijn van betrouwbare informatie;
- Potentiële reductiebronnen;
- Beïnvloedingsmogelijkheden.

Strukton bestaat uit verschillende werkmaatschappijen die elk een andere tak van sport uitoefenen. Bij de verschillende werkmaatschappijen zijn er dus ook verschillende emissiebronnen. Gekeken is naar de materialen die een grote emissie bron vormen. De materialen die bij de werkmaatschappijen veel gebruikt worden zijn vergeleken. De materialen die veel gebruikt worden zijn beton, staal, glas en asfalt. Beton en staal zijn voor civiele veruit de belangrijkste constructie materialen. Glas is vrijwel de enige constante factor in gebouwen.

Asfalt is het meest toegepaste materiaal bij de wegebouw activiteiten bij Strukton.

Tabel 2: Afweging CO₂ emissiebronnen

Criteria	Beton	Staal	Glas	Asfalt
Relevantie	+	+	+	+
Mogelijkheid voor kostenbesparing	+/-	+/-	+/-	+
Is er betrouwbare informatie voorhanden	+	+	+/-	+
Potentiële reductiebronnen	+	-	+/-	+
Beïnvloedingsmogelijkheden	+	-	+/-	+

Alle gekozen materialen hebben een energie intensief productieproces. Ook wordt er veel gebruik gemaakt van de materialen.

De verschillen zijn het grootst bij het onderdeel reductiemogelijkheden. Dit is bij de keuze tussen beton en staal de doorslaggevende factor geweest. Kijkend naar de toekomst zijn de materialen beton, glas en asfalt interessant om te onderzoeken omdat hier ook mogelijkheden zijn om te reduceren.

3.2 Maatschappelijk belang

Wereldwijd is de cementproductie verantwoordelijk voor ruim 5% van de totale antropogene CO₂ uitstoot (Flower en Sanjayan, 2007). Strukton gaat ervan uit dat met het verminderen van de CO₂ uitstoot de klimaatverandering kan worden beperkt. Met het uitvoeren van het onderzoek van de CO₂ uitstoot in de productie keten van beton, hoopt Strukton inzicht te krijgen en te verschaffen in haar grote emissie bronnen, zodat hier doelgericht kan worden bekeken of reductie van de uitstoot mogelijk is.

Verder is er financieel belang bij dat Strukton het inzicht krijgt dat nodig is om te komen tot de CO₂ reductiedoelstellingen in hun scope 3 emissies. De nastreving van deze doelen zal er uiteindelijk toe leiden dat de scope 3 CO₂ emissies van Strukton en dus ook voor ProRail, als verstrekker van bouwopdrachten, omlaag gaan. Het opzetten van deze emissie-inventarisatie zal de sector ook vooruithelpen in het opstellen van sector brede reductiedoelstellingen voor CO₂-emissies. In samenwerking met overheden en NGOs (non governmental organisations) kunnen knelpunten in kaart worden gebracht en worden verholpen.

4 Identificatie van de partners in de productieketen

Om de CO2 uitstoot van de hele keten van beton in kaart te brengen zijn van verschillende leveranciers gegevens en cijfers nodig. Goed contact en inzicht in de samenwerking dragen bij aan het in kaart brengen van de emissiebronnen. Door samen met leveranciers na te denken over reductiemogelijkheden is er meer kans op slagen.

4.1 Identificatie van leveranciers

Tijdens het productie proces van beton zijn er verschillende leveranciers die participeren in het proces. Alle partijen nemen deel aan de totale CO2 uitstoot tijdens het proces. Het is dus van belang dat de leveranciers elkaar informatie verstrekken om de ketenanalyse zo volledig mogelijk te maken.

Strukton heeft een aantal vaste leveranciers van betonmortel die over het hele land verspreid zijn. In 2009 is met een aantal hiervan gewerkt.

De leveranciers van prefabelementen kunnen verschillen. Per project kan er voor een andere leverancier gekozen worden. De keuze is afhankelijk van het gevraagde product en de gestelde eisen. Bij een project word vaak ook door meerdere leveranciers geleverd.

Het wapeningsstaal dat gebruikt wordt op de bouwplaats wordt aangeleverd door de verschillende wapeningleveranciers uit het hele land.

De leveranciers zijn de eerste bronnen geweest om informatie te vergaren. Er zijn natuurlijk onderleveranciers die deze firma's bevoorraden. De informatie over de onderleveranciers is geleverd door de hoofdleveranciers.

4.2 Uitwerking van de keten

Bij de productie van beton dienen eerst grondstoffen worden geproduceerd en getransporteerd naar de betonfabriek. Het beton wordt dan nog vloeibaar naar het project getransporteerd naar de bouwplaats. Bij zowel de productie als het vervoer komt CO₂ vrij. De emissies binnen de keten zullen hierna worden besproken en zijn samengevat in figuur 2. De emissiebronnen binnen de keten worden gekwantificeerd in hoofdstuk 5.

4.2.1 Grondstoffen

Beton bestaat uit verschillende grondstoffen. Deze grondstoffen worden gewonnen op de locaties waar de grondstoffen te vinden zijn. De basis grondstoffen zijn: cement, toeslagmaterialen zoals zand en grind en als laatste water. Om specifieke eigenschappen toe te kennen aan het beton kunnen hulpstoffen toegevoegd worden.

Cement kan ook weer uit verschillende grondstoffen bestaan. Het verschil wordt aangegeven door middel van de naam die het cement heeft. Er zijn cementsoorten als portlandcement, portlandvliegascement en hoogovencement. Afhankelijk van de grondstoffen verschilt ook de CO2 uitstoot bij productie van de cementsoorten. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de CO2 uitstoot per cementsoort.

Toeslagmaterialen zijn materialen zoals zand en grind. Deze worden op verschillende locaties in Nederland gewonnen. De korrelafmeting is afhankelijk van de sterkte die het beton moet hebben. Vaak worden verschillende toeslag materialen gebruikt om het beton zo veelzijdig mogelijk te maken.

Strukton scope 3 beton

Hulpstoffen worden toegepast bij beton dat specifieke eigenschappen moet hebben. Er bestaan hulpstoffen zoals waterreducerende/plastificerende stoffen; luchtbelvormende stoffen; bindtijd versnellers; verhardingsversnellers of vertragende stoffen.

Het geproduceerde beton wordt bijna altijd gebruikt in combinatie met wapeningsstaal. Dit is gemaakt van staal dat verwerkt wordt door de leverancier. Deze bepaalt ook waar hij de grondstoffen vandaan haalt.

4.2.2 Productie

Het produceren van het beton voor insitu bouw gebeurt overal in Nederland. Er zijn een aantal grote producenten die verdeelt over het land fabrieken hebben staan. Er zijn ook veel kleine betoncentrales in het hele land.

Een andere manier van betonproductie is het prefabriceren dat in de fabriek gebeurt. Ook van deze fabrieken zijn er veel en zijn over heel Nederland verspreidt. Per betonfabrikant zal de CO₂ uitstoot, per geproduceerde m³ beton, als gevolg van het gebruiken van energie verschillend kunnen zijn. Strukton heeft een aantal hoofdleveranciers waarvan de CO₂ uitstoot bekend is.

4.2.3 Transport

Tijdens het productieproces van beton zijn er een aantal momenten dat er transport plaats vindt. Dit is het transport van de grondstoffen naar de betoncentrale of de prefabfabriek en het transport van vloeibaar beton naar de bouwplaats of van elementen vanuit de prefabfabriek naar de bouwplaats. Het transport van grondstoffen gebeurt per vrachtschip, per trein of per vrachtwagen. Het transport van het beton of de betonnen elementen gebeurt per vrachtwagen.

4.2.4 Verwerking van beton

Onder de term 'verwerken van beton' wordt het verwerken verstaan van vloeibaar beton op de bouwplaats dat plaats vindt bij het insitu bouwen. Bij het prefabriceren wordt het vloeibare beton in de prefabfabriek verwerkt direct nadat het is gemengd.

Bij het prefabriceren wordt het vloeibare beton in een mal of bekisting gegoten waarna het kan uitharden. Het uithardingsproces kan versneld worden door het toevoegen van hulpstoffen, het verwarmen van het beton of het koelen van het beton.

Eenmaal uitgehard kan een element getransporteerd worden naar de bouwplaats en daar gemonteerd worden aan andere elementen.

Bij het insitu bouwen gebeurt het storten en het uitharden op de bouwplaats. Verwerking vindt dus terplekke plaats.

4.2.5 Gebruikfase van het beton

Als het beton eenmaal is uitgehard vindt er carbonatatie plaats. Dit is een chemisch proces waarbij de bij het uitharden ontstane calciumhydroxide met CO₂ reageert tot calciumcarbonaat. CO₂ wordt dus langzaam opgenomen door beton. Dit proces wordt versneld wanneer het contact met de lucht groter is. Dit is zelfs nog het geval wanneer het beton aan het eind van de gebruiksfase wordt gesloopt en vergruist. 60% tot 80% van de aanvankelijk uitgestoten CO₂ wordt dan binnen 20 tot 35 dagen weer opgenomen door het beton.

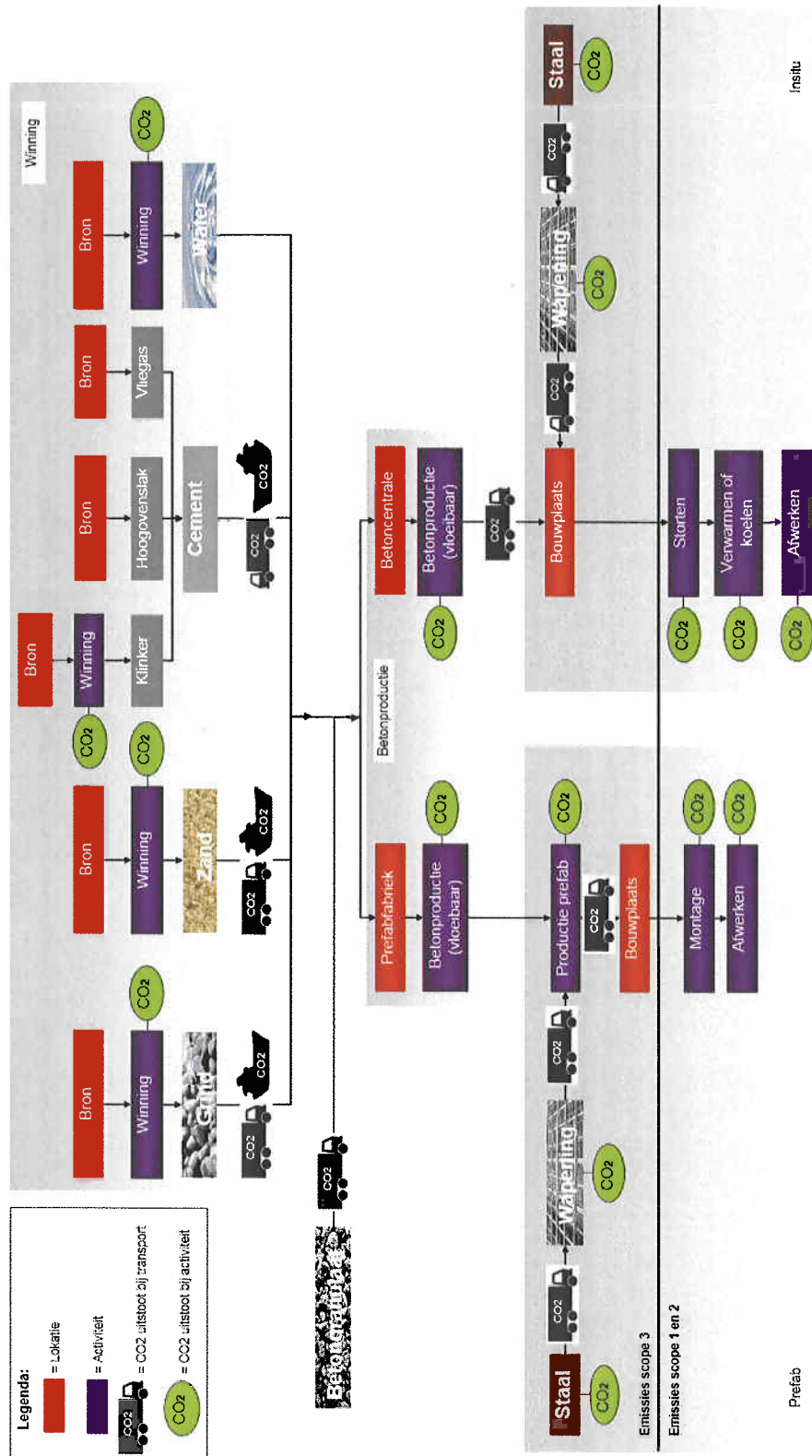
Dit chemische proces is een positief effect van beton. De uitgestote CO₂ tijdens het productieproces kan gedeeltelijk opgenomen worden tijdens de gebruik en slooffase. Dit proces is niet meegenomen in de berekening omdat de betrouwbaarheid van de cijfers nog erg klein is vanwege de korte duur van onderzoek naar dit proces.

Blad 9/24

Datum 20 mei 2010

Auteur Janet Buerman

Ferdinand van den Brink



Figuur 2: productieketen beton

5 Kwantificering van de emissies

In dit hoofdstuk worden de CO₂-emissies in de keten van beton gekwantificeerd. Deze kwantificering leidt tot een rekenmodel waarin elke stap van de keten is uitgewerkt. Er is steeds gebruik gemaakt van factoren per emissiebron met CO₂-uitstoot per m³ beton. Er is voor deze eenheid gekozen omdat er per m³ beton wordt ingekocht. Per m³ zijn er waarden toe te kennen aan het beton.

5.1 Factoren grondstoffen

Als eerste wordt de CO₂-uitstoot bij het winnen en produceren van grondstoffen van beton gekwantificeerd. De benodigde gegevens zijn vanuit literatuur of van grondstofleveranciers verkregen.

Zoals gezegd in hoofdstuk 4 vereist de productie van beton hoofdzakelijk zand en grind, water en cement.

Voor de winning van zand en grind worden emissie factoren gebruikt uit Greeve en Seventer (2008). Deze zijn gegeven in tabel 3.

Tabel 3: emissie CO₂ equivalenten zand en grind

	zand	grind	water
ton CO ₂ / ton stof	0,0056	0,00926	0,0003

De CO₂ uitstoot bij het winnen van water met voldoende kwaliteit is dus minimaal. Volgens Defra (2009) is de uitstoot van water 0,0003 ton CO₂/ton water (0,276 kg CO₂/ton water.) Hiermee is de uitstoot voor de betonproductie verwaarloosbaar.

Het grootste deel van het CO₂ wordt uitgestoten bij de productie van het cement, hoewel de uitstoot sterk afhankelijk is van het type cement. In deze ketenanalyse worden alleen de voor Strukton belangrijkste soorten cement onderzocht. Het gaat hier om portlandcement (CEM I), portlandvliegascement (CEM II) en hoogovencement (CEM III). De samenstelling hiervan varieert maar is voor dit onderzoek gebaseerd op Taylor e.a. (2006) en Thijssen e.a.(1996). Aangenomen zijn de samenstellingen in tabel 4.

Tabel 4: Samenstelling cementsoorten in volumepercentages

	Portland [%]	Portlandvliegascement [%]	hoogoven [%]
klinker	95	75	30
vliegascement	0	25	0
hoogoven slak	0	0	65
gips	5	0	5

Voor de productie van de verschillende bestanddelen zijn in Flower and Sanjayan (2007) factoren gegeven voor de uitstoot per kilogram. Alleen de uitstoot voor gips is verkregen vanuit Ecofys (2009).

Tabel 5: CO2 uitstoot per ton stof

	CO2 uitstoot	
klinker	0,82	t CO2/ton stof
vliegas	0,027	t CO2/ton stof
hoogoven slak	0,143	t CO2/ton stof
gips	0,01	t CO2/ton stof

Uit tabel 5 blijkt dat vooral bij de verwerking van klinker tot cement veel CO2 vrij komt. Dit komt door het chemische proces, waarin calcium carbonaat uit mergel wordt omgezet tot calcium oxide en calcium dioxide als scheikundig restproduct (Pommer en Pade, 2006). Geschat wordt dat 60% van de totale uitstoot bij de verwerking van klinker veroorzaakt wordt door dit proces en 40% wordt uitgestoten ten gevolge van het energieverbruik (Arad, Arad and Bobora, 2008). Een deel van de CO2 wordt echter bij het uitharden van beton weer terug opgenomen bij het carbonatatie proces.

Omdat het in tabel 4 gaat om een massapercentage dienen de waarden voor de CO2 uitstoot te worden omgerekend naar ton CO2 uitstoot per m³. Hiervoor is een aanname nodig voor de dichtheid. De gebruikte dichtheden zijn weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: Aangenomen dichtheid grondstoffen cement

	Soortelijk gewicht		Bron
klinker	1,4	ton/m3	www.simetric.co.uk (2009)
vliegas	0,9	ton/m3	Snel en Bolt (1996)
hoogoven slak	1,89	ton/m3	www.pelt-hooykaas.nl (2009)
gips	1,12	ton/m3	www.simetric.co.uk (2009)

Tenslotte kunnen bovenstaande gegevens worden gecombineerd tot de gewenste factoren voor CO₂ uitstoot per cementtype. Deze zijn gegeven in tabel 7.

Tabel 7: CO2 uitstoot per type cement

cementtype	portland	portlandvliegas	hoogoven
ton CO ₂ /m ³ cement	1,09	0,87	0,52

Naast de directe bestanddelen van beton is ook het wapeningsstaal een belangrijke emissiebron. Wapeningsstaal wordt door de leverancier geproduceerd uit de halffabricaten staalstaven of coils. Geschat wordt dat bij het verwerken van het halffabricaat 140 kg CO2/ton vrijkomt (Beveridge, 2007). Het overgrote deel van de CO2 uitstoot komt echter vrij bij de productie van de halffabricaten. De efficiëntie verschilt sterk per hoogoven. Corus IJmuiden stoot per ton staal 0.9 ton CO2 uit (Corus, 2007) terwijl dit bij Arcelor Gent tussen 1,8 en 1,9 ton CO2 is (Durnez, 2007). Voor dit onderzoek wordt uitgegaan van 1,5 ton CO2 per ton staal.

5.2 Uitstoot voor beton

Om de uitstoot te bepalen voor 1 kubieke meter beton worden aannames gedaan over de mengsamenstelling. Deze verschilt per toepassing en wordt o.a. bepaald door eisen ten aanzien van o.a. het uiterlijk, milieuklasse, vloeibaarheid en sterkteklasse. Omdat binnen een project veel verschillende mengsamenstellingen worden gebruikt, wordt een standaardsamenstelling aangenomen. De aangenomen samenstelling is weergegeven in tabel 8.

Tabel 8: aangenomen samenstelling 1 m3 beton

Bestanddelen	Benodigde hoeveelheid
Grind	1250 kg
Zand	750 kg
Betongranulaat	0 kg
Water	150 ltr
Cement	300 kg

In tabel 9 is de uitstoot van 1 kubieke meter beton berekend. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende cementsoorten die zijn gebruikt. Er wordt vanuit gegaan dat steeds 1 cementsoort is toegepast. Bij deze berekening is uitgegaan van een dichtheid van cement van 1500 kg/m³ (Portland Cement Association, 2010)

Tabel 9: uitstoot 1 m3 beton per cement type

Cement type	CO2 uitstoot
CEM I Portland	234,0 kg CO2/m3
CEM II Portland vliegias	189,2 kg CO2/m3
CEM III Hoogoven	119,9 kg CO2/m3

5.3 Productieanalyse

Het produceren van het beton vindt plaats in de betoncentrale of in de prefabfabriek.

Het getal voor de CO2 uitstoot tijdens de productie van het beton is ook meegenomen in het rekenmodel. Verschillende leveranciers van beton en prefab beton zijn benaderd om informatie te geven over hun CO2 uitstoot. Deze informatie is niet gemakkelijk te verkrijgen. Een klein aantal leveranciers heeft gerapporteerd wat de CO2 uitstoot van 2009 is geweest. In combinatie met de geproduceerde m3 beton van 2009 is een factor berekend van kg CO2 uitstoot per m3 beton.

Voor het productieproces in de betoncentrale wordt gerekend met een factor van 11 kg CO2/m3 en voor het productieproces in een prefabfabriek wordt gerekend met een factor van 18 kg CO2/m3.

Het verschil is te verklaren door de extra werkzaamheden die plaats vinden in de prefabfabriek. Hier worden de elementen totaal gemaakt. Dit gebeurt bij het insitu bouwen op de bouwplaats waarbij de latere werkzaamheden in scope 1 of 2 vallen.

Tabel 10: uitstoot 1 m3 beton per productie type

Productie type	CO2 uitstoot
Betonproductie in betoncentrale	10 kg CO2/m3
Beton en prefabproductie in prefabfabriek	18 kg CO2/m3

5.4 Transport

Het kwantificeren van de emissies bij het transport wordt gedaan aan de hand van de conversiefactoren die aangeleverd zijn door ProRail. Er wordt gebruik gemaakt van de conversie factor per ton kilometer. Zo is voor elk te transporteren product de CO₂-uitstoot vast te stellen. Er wordt met verschillende waardes gerekend als het om bulk of non-bulk gaat, respectievelijk 0,11 kg CO₂/ton.km en 0,13 kg CO₂/ton.km.

De transportafstanden van de grondstoffen naar de fabrikant zijn moeilijk te achterhalen. Hiervoor is aangenomen dat de gemiddelde afstand voor het leveren van zand en grind aan de fabriek 50 km is aangezien dit verspreid over het hele land gebeurt. Voor de transportafstand van cement is een groter getal aangenomen omdat er maar weinig locaties zijn waar cement wordt geproduceerd. Hiervoor is 100 km aangenomen.

Om de daadwerkelijke uitstoot te bepalen als gevolg van de beton productie, wordt voor elk groot project nagegaan hoe groot de transport afstanden zijn. Wanneer het gaat om in situ gestort beton komt het beton vaak van één leverancier, namelijk een dichtbijzijnde betoncentrale. Ook wapeningsstaal komt per project vaak van één leverancier. Indien in het project Prefab elementen worden gebruikt, zijn er vaak meerdere leveranciers. Er wordt dan voor de grootste afname nagegaan wat de transport afstand is.

5.5 Hoeveelheden

De totale hoeveelheden van het geleverde en gebruikte beton en wapeningsstaal zijn tot stand gekomen door intern de hoeveelheden op te vragen. Elk project dat in 2009 in uitvoering is geweest is gevraagd om een rapportage te geven van het geleverde beton. Dit is beton dat in het werk gestort is en prefab beton. Ook van het geleverde wapeningstaal is een rapportage gevraagd. Dit is het staal dat in het in het beton is gebruikt.

Eerst zijn de projectmanagers geïnformeerd over de vraag. Door mede werkers van het projectteam zijn deze gegevens verzameld. Vaak zijn de gegevens afkomstig uit de PSR (project status rapportage). Een andere manier om deze informatie te verzamelen is het nagaan van de begrotingen en deze naast de planning te leggen. Zo kan er een redelijk nauwkeurige schatting gemaakt worden van het gestorte beton in 2009. Een afwijking van de begroting komt voor maar is vaak niet opmerkelijk groot. Dus is in dit rapport verwaarloosd.

Omdat er projecten zijn die in combinatie tussen verschillende werkmaatschappijen of bedrijven uitgevoerd worden is er gelijk onderscheid gemaakt in werkmaatschappijen. De procentuele deelname van de werkmaatschappij of het bedrijf is tevens de procentuele verdeling van CO₂ uitstoot over de deelnemers.

De vragen naar informatie zijn per project anders beantwoord. Bij het ene project worden gegevens specifiek bijgehouden dan bij het andere. Hierdoor is de mate van gedetailleerdheid verschillend. In tabel is een overzicht te zien van de projecten en de deelnemende partijen.

Tabel 11: Projecten in 2009 en deelname van werkmaatschappijen of andere partners

Project	Beton m3	Werkmaatschappij/bedrijf					
		[%]		[%]		[%]	
Houtwal	6.023	50	Strukton Civiel	50	Hegeman		
Museumpark	38.640	100	Strukton Civiel				
Ekkersrijt	7.176	100	Strukton Bouw en Vastgoed				
Inverdán	5.448	50	Strukton Bouw en Vastgoed	50	Strukton Civiel		
Wisselplein	20.204	50	Strukton Bouw en Vastgoed	50	Moes Bouw		
Peizerhoven	983	100	Strukton Bouw en Vastgoed				
DC16	15.994	50	Strukton Bouw en Vastgoed	50	Ballast Nedam		
Hof van Coevorden	1.714	100	Strukton Bouw en Vastgoed				
Kromhout Komfort	26.094	50	Strukton Bouw en Vastgoed	50	Ballast Nedam		
Kromhout Castra	3.176	50	Strukton Bouw en Vastgoed	50	Ballast Nedam		
DUO2	14.329	33,3	Strukton Bouw en Vastgoed	33,3	Strukton Civiel	33,3	Strukton Workspere
Stradivarius	1.231	100	Strukton Bouw en Vastgoed				
Jeroen Bosch	28.156	33,3	Strukton Bouw en Vastgoed	33,3	Ballast Nedam	33,3	Hurks van der Linden
N57	31.325	81,1	Strukton Civiel	18,9	Colijn		
ODE	6.951	100	Strukton Civiel				
N-Z lijn	5.276	100	Strukton Civiel				
Mastelij	680	100	Strukton Civiel				
Faunapassage	11.850	100	Strukton Civiel				
Enecogen	4.480	100	Strukton Civiel				
Technip	6.825	100	Strukton Civiel				
Eemshaven	32.947	100	Strukton Civiel				
N207	28	100	Strukton Civiel				

Specifieke informatie over het beton is te zien in de bijlagen. Dit is informatie zoals de manier van verwerken van het beton, dus prefab of in het werk gestort. Maar ook belangrijke informatie over het type cement dat gebruikt is en de leverancier van het beton. Deze laatste informatie over de leverancier is van belang om de transportafstand te kunnen bepalen.

6 Discussie, conclusies en aanbevelingen

6.1 Discussie

In dit verslag zijn er onderdelen of aannames die ter discussie gesteld kunnen worden. De cijfers die gevonden zijn om de berekening mee te maken zijn afkomstig uit literatuur. Deze literatuur is veelal afkomstig uit het buitenland. Een voorbeeld hiervan is de CO₂ uitstoot bij het produceren cement. Dit kan per fabrikant verschillen maar ook per land. Er kunnen verschillende manieren zijn van productie dat ook resulteert in meer of mindere CO₂ uitstoot. De cijfers uit het buitenland zijn in combinatie met dit gegeven niet geheel betrouwbaar.

Tevens zijn er cijfers gebruikt uit bronnen die niet erg recent zijn. De mogelijkheid dat deze cijfers niet geheel betrouwbaar zijn is aanwezig.

Strukton scope 3 beton

Verder zijn alle aannames en benaderingen die in dit rapport zijn vermeld zo nauwkeurig mogelijk ingeschat maar daarmee dus niet volledig zuiver.

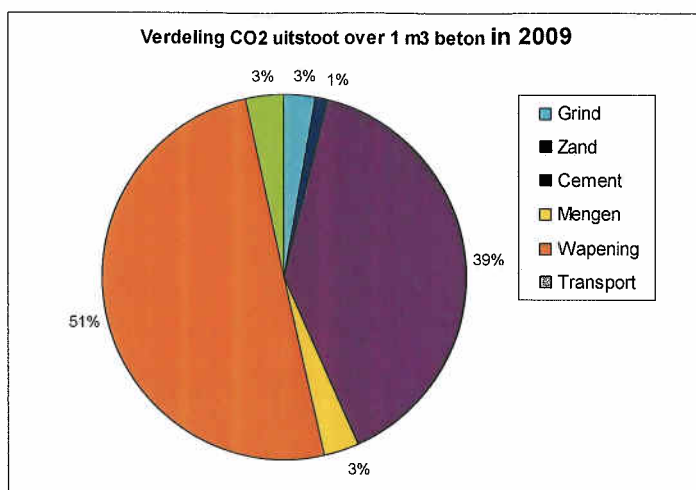
6.2 Conclusie

Nadat het onderzoek is uitgevoerd kunnen de volgende resultaten weergegeven worden. De tabel laat de uitkomsten zien die gebaseerd zijn op een meer gedetailleerde tabel (zie bijlage)

Tabel 12: CO2 uitstoot beton 2009 Strukton

Project	Beton [m3]	CO2 uitstoot			Aandeel Strukton Groep	CO2 uitstoot Strukton Groep [ton CO2]
		Beton [ton CO2]	Wapening [ton CO2]	Totaal [ton CO2]		
Houtwal	6.023	1.037	632	1.669	50 %	835
Museumpark	38.640	6.134	11.614	17.748	100 %	17.748
Ekkersrijt	7.176	1.617	1.063	2.679	100 %	2.679
Inverdán	5.448	1.488	123	1.611	100 %	1.611
Wisselplein	20.204	5.321	2.075	7.396	50 %	3.698
Peizerhoven	983	239	118	357	100 %	357
DC16	15.994	3.859	2.077	5.935	50 %	2.968
Hof van Coevorden	1.714	344	510	854	100 %	854
Kromhout Komfort	26.094	7.079	3.970	11.048	50 %	5.524
Kromhout Castra	3.176	663	441	1.104	50 %	552
DUO2	14.329	2.909	3.624	6.533	100 %	6.533
Stradivarius	1.231	204	370	574	100 %	574
Jeroen Bosch	28.156	7.305	5.375	12.680	33 %	4.222
N57	31.325	4.722	5.971	10.693	100 %	10.693
ODE	6.951	921	1.779	2.701	100 %	2.701
N-Z lijn	5.276	774	1.657	2.432	75 %	1.824
Mastenlijn	680	106	98	204	100 %	204
Faunapassage	11.850	1.852	2.696	4.548	100 %	4.548
Enecogen	4.480	733	461	1.195	100 %	1.195
Technip	6.825	1.081	2.294	3.375	100 %	3.375
Eemshaven	32.947	5.132	8.065	13.197	100 %	13.197
N207	28	4	340	345	100 %	345
Totaal						86.237

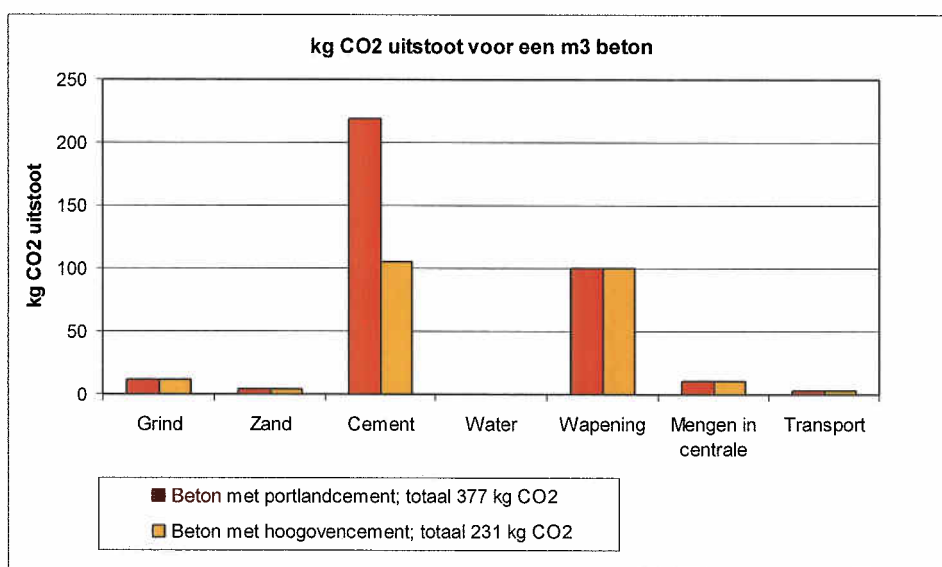
Om de bovenstaande getallen meer inhoud te geven is er een verdeling gemaakt van de CO2 uitstoot voor verschillende onderdelen. Hiermee wordt duidelijk welke onderdelen de meeste CO2 uitstoot veroorzaken.



Het bovenstaande cirkeldiagram geeft de verdeling weer van de CO2 uitstoot per onderdeel van 2009.

Het grootste deel wordt gevormd door het onderdeel 'wapening.' Dit is te verklaren door het duurzame gebruik van veel hoogovencement waardoor het onderdeel cement kleiner is dat er alleen maar portlandcement gebruikt zou worden.

Om het verschil tussen het gebruik van portland of hoogovencement te visualiseren is de volgende grafiek afgebeeld met daarin een weergave van de CO2 uitstoot voor 1 m3 beton.



6.3 Aanbevelingen

Intern is er gevraagd naar hoeveelheden van het geleverde beton en wapeningstaal. Deze informatie is te vinden maar niet gemakkelijk. De specifieke vragen over het beton en cement zijn voor sommige projecten wel overzichtelijk bijgehouden en voor andere

projecten erg onoverzichtelijk of helemaal niet. Een overzichtelijke rapportage van de gegevens die nodig zijn is een verbeterpunt. Hierdoor is een jaarlijkse rapportage goed uit te voeren. Een dergelijk invul of rapportageblad zal opgesteld worden naar aanleiding van dit onderzoek.

Tijdens het onderzoek is gebleken dat het onderwerp 'CO2' nog niet bij iedereen bekend is. Hierdoor is communicatie over dit onderwerp soms ook lastig. Dit blijkt uit de vraag die aan beton en wapeningleveranciers gesteld zijn over de CO2 uitstoot per geproduceerd product. Deze informatie is aan verschillende leveranciers gevraagd en deze willen niet altijd de informatie vrijgeven of hebben de informatie niet in huis. Hierdoor is een waterdichte ketenanalyse onmogelijk te maken. In de toekomst zal baat zijn bij kennis binnen bedrijven van hun eigen CO2 uitstoot. Zo is voor elk bedrijf een keten analyse te maken.

6.4 Emissie reductie doelstellingen binnen Strukton

Om aan de doelstellingen binnen Strukton te voldoen en om daadwerkelijk te reduceren, wordt ook op het gebied van beton gewerkt aan een aantal innovaties.

Een van de mogelijkheden om te reduceren is het verwerken van betongranulaat in nieuw beton. Op deze manier wordt gereduceerd door minder grondstoffen zoals zand en grind te gebruiken.

Op dit moment wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om cement terug te winnen uit gesloopt beton. Strukton levert een bijdrage aan dit onderzoek door het gesloopte beton als betongranulaat aan het onderzoeksteam te leveren van te slopen utiliteit gebouwen.

Het gewonnen cement uit het granulaat zal Strukton gebruiken in een project.

Volgens de cijfers die nu bekend zijn gemaakt door het onderzoeksteam wordt er CO2 uitgestoten bij het cementproductie proces door een chemische reactie en door de activiteiten die energie kosten. De helft van de CO2 uitstoot wordt veroorzaakt door het de chemische reactie. Dit zou in het geval van toepassing van C2CA niet van toepassing zijn. Er wordt vanuit gegaan dat er wel activiteiten plaats vinden met energieverbruik. De helft van de CO2 uitstoot van de cementproductie is dan dus niet van toepassing. Nu werd er in 2009 totaal 86.195 ton CO2 uitgestoten. Dit zou met toepassing van C2CA uitkomen op 69.387 ton CO2. Dit zou een afname zijn van **16.808 ton CO2**.

Een andere mogelijkheid die wordt onderzocht is de toepassing van Xiriton beton. Bij Xiriton beton wordt gebruik gemaakt van miscanthus en olivijn. Miscanthus is een gras dat tijdens de levensfase veel CO2 opneemt en dit door fossilisering ook niet meer uitstoot. Olivijn is een veelvoorkomend mineraal dat wanneer het fijngemalen is, door carbonatatie CO2 opneemt. Bij de toepassing van Xiriton wordt in de hele keten meer CO2 opgenomen als uitgestoten. Het nadeel van dit type beton is echter dat het alleen geschikt is voor ongewapende fundering van lichte constructies en dus niet op grote schaal toepasbaar is (Greeve en Seventer, 2008).

Ook wordt gekeken naar de mogelijkheid om spoorballast her te gebruiken als toeslagmateriaal in beton. Deze toepassingsmogelijkheid is al eens toegepast bij het project de N57 en de parkeergarage Museumpark in Rotterdam

Het transport van zware producten als beton kost veel CO2. Deze afstanden zijn door Strukton te bepalen door het selecteren van leveranciers in de buurt. Deze keuze is te

Strukton scope 3 beton

maken binnen Strukton. Het kwantificeren van mogelijke reductie is lastig omdat elk project specifiek is.

Er zijn initiatieven om met transportbedrijven en andere bouwbedrijven gezamenlijk de transport afstanden terug te brengen door meer samenwerking na te streven.

Terugbrengen transportafstanden

Bronnen

- Arad, S., Arad, V., & Bobora, B. (2008). *Advanced control schemes for cement fabrication processes*. Verkregen van University of Petrosani, Romania op 9 april 2010 van website: http://sciyo.com/download/pdf/pdfs_id/5577?PHPSESSID
- Beveridge, J. (2007). Putting the steel into reinforced concrete, a 100% recycled New Zealand made product. Verkregen op 25 maart 2010 van website <http://www.cca.org.nz/pdf/2007steelpaper.pdf>
- Corus (2007). *Op weg naar schoon en zuinig, maatschappelijk jaarverslag Corus staal BV 2006/2007*. IJmuiden, Corus BV.
- Defra (2009). *Guidelines to Defra/ DECC's GHG, conversion factors for company reporting: methodology paper for emission factors*. London, Department for Environment Food and rural Affairs.
- Durnez (2007). 1 ton staal 1,9 ton CO₂. VOKA Vlaams economisch verbond. Verkregen op 15 maart 2010 van website: <http://www.voka.be/vev/nieuws/Pages/1tonstaal19tonCO2.aspx>
- Ecofys (2009). *Methodology for the free allocation of emission allowances in the EU ETS post 2012, sector report for the gypsum industry*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe.
- Flower, D.J.M. & Sanjayan, J.G. (2007). *Green house gas emissions due to concrete manufacture*. International Journal of Life Cycle Analysis, 12 (5), 282 – 288.
- Hoekemeijer, F. (2009). *Energiemanagement*. Utrecht, Strukton groep.
- Greeve, J.J., & Seventer, M.J. (2008). *CO₂ footprint Xiriton*. Leeuwarden, E kwadraat advies BV.
- Pelt en Hooykaas (2009). Product-eigen-verklaring, Hydraulische hoogovenslak. Verkregen op 25 maart 2010 van website www.pelt-hooykaas.nl/weg-en-waterbouw/downloads/42
- Pommer, K. & Pade, C. (2006). *Guidelines – uptake of carbon dioxide in the life cycle inventory of concrete, technical results from the project "CO₂ uptake during the concrete life cycle"*. Oslo, Norden, Nordic Innovation Centre.
- Portland Cement Association (2010). Concrete Technology, what are the unit weights (densities) of cement and concrete. Verkregen op 16 april 2010 van website: http://www.cement.org/tech/faq_unit_weights.asp

Strukton scope 3 beton

- ProRail (2009a). *Samen zorgen voor minder CO2*. verkregen op 25-2-2010 van website:
<http://www.Prorail.nl/Zakenpartners/Aanbesteden%20en%20inkoop/Documents/CO2-prestatieladder%20Folder.pdf>
- ProRail (2009b). Het certificeren. Verkregen op 25-2-2010 van website:
<http://www.Prorail.nl/Zakenpartners/Aanbesteden%20en%20inkoop/Documents/CO2%20prestatieladder%20certificeren%20def%20mei%202009.pdf>
- Snel, A., & Bolt, N. (1996). Vliegias. *Chemische feitelijkheden*, 28, 1 – 8.
- Taylor, M., Tam, C., & Gielen, D. (2006). Energy efficiency and CO2 emissions from the global cement industry. International Energy Agency. Verkregen op 12 maart 2010 van website http://interenerstat.org/work/2006/cement/taylor_background.pdf
- Tijssen, I., Anink, D., & Mak, J. (1996). *Beton en milieu, antwoord op de meest gestelde vragen*. 's-Hertogenbosch, Vereniging Nederlandse Cementindustrie.
- World resources institute (2004). *The greenhouse gas protocol, a corporate accounting and reporting standard, revised edition*. Verkregen op 25 februari 2010 van website:
<http://www.ghgprotocol.org/standards/publications>
- www.simetric.co.uk (2009). *Density of materials*. Verkregen op 25 maart 2010 van website
http://www.simetric.co.uk/si_materials.htm

Bijlage 1: Certificatieschema (algemeen)

De CO₂-prestatieladder heeft zes niveaus, opklimmend van 0 naar 5. Hoe beter de CO₂-prestatie van een bedrijf, hoe hoger de positie op de ladder. Een bedrijf voldoet aan de eisen van een bepaald niveau indien (1) voldaan is aan de minimale eisen voor A, B, C en D van het desbetreffende niveau en aan de eisen van de onderliggende niveaus en (2) de som van de gewogen scores op dat niveau minstens 90% van de maximale score is.

De exacte eisen zijn vervat in een certificatieschema en de daarop gebaseerde auditchecklijsten. ProRail is beheerder van dit schema.

De CO₂-prestatieladder en certificatieschema (algemeen)

CO ₂ -PRESTATIELADDER	
Niveau	Certificatieschema (globaal)
5	Bedrijf vereist van haar A-leveranciers een CO ₂ -emissie-inventaris conform de ISO 14064-1 of equivalent voor scope 1 en 2. Daarnaast beschikt en rapporteert bedrijf over kwantitatieve reductiedoelstellingen voor scope 1, 2 en 3. Het monitoren van de voortgang ten opzichte van deze doelstellingen is opgenomen in de reguliere planning- en controlcyclus. Bedrijf heeft zich publiekelijk gecommitteerd aan een CO ₂ -reductieprogramma van de overheid of een NGO en neemt actief deel in het opzetten en of uitvoeren van een (sectorbreed) CO ₂ -reductieprogramma in samenwerking met overheid en/of NGO.
4	Bedrijf bezit een CO ₂ -emissie-inventaris conform de ISO 14064-1 voor scope 1, 2 en 3 en beschikt hierbij over kwantitatief geformuleerde reductiedoelstelling voor scope 1, 2 en 3. Bedrijf rapporteert periodiek over de voortgang ten opzichte van haar doelstellingen. Bedrijf onderhoudt een dialoog met overheden en NGO 's over haar CO ₂ -reductiestrategie en neemt initiatief tot het ontwikkelen van projecten die de sector faciliteren in CO ₂ -reductie.
3	Bedrijf rapporteert over haar scope 1 en 2 CO ₂ -emissies conform de ISO 14064-1 en beschikt over kwantitatief geformuleerde doelstellingen om deze CO ₂ -emissies te reduceren. Bedrijf communiceert genoemde doelstellingen zowel intern als extern en heeft een actieve rol in (sector)initiatieven rond klimaatverandering.
2	Bedrijf heeft inzicht in haar eigen energieverbruik en heeft de ambitie energieverbruik te verminderen. Bij het beleid t.a.v. deze ambitie maakt bedrijf onderscheid tussen reduceren van energieverbruik, het afnemen van groene stroom, gebruik biobrandstoffen en of compensatie. Bedrijf communiceert (minimaal) intern over genoemde maatregelen en neemt deel in een sectorinitiatief rond klimaatverandering.
1	Bedrijf heeft inzicht in belangrijkste energiestromen en onderzoekt mogelijkheden om energieverbruik te reduceren. Bedrijf communiceert ad hoc over haar energie reductiebeleid en weet welke initiatieven er spelen in de sector.
0	Bedrijf heeft weinig of geen inzicht in het eigen energieverbruik of in zijn CO ₂ -emissies en heeft geen aantoonbare CO ₂ -reductieambities. Daarnaast communiceert bedrijf noch intern, noch extern over haar visie of beleid rondom klimaatverandering en neemt geen deel in sectorinitiatieven op dit gebied.

Bijlage 2: Rekenmodel CO2 emissie beton

= ingevulde informatie

Project	Vbeton [m3]	afstand gem. [km]	CEM	I/P	CO2 productie in fabriek [kg CO2]	CO2 winning grondstoffen [kg CO2]	CO2 transport beton [kg CO2]	CO2 BETON TOTAAL [kg CO2]	wapening [kg]	afstand wapening [km]	CO2 wapening [kg CO2]	CO2 transport wapening [kg CO2]	CO2 WAPENING TOTAAL [kg CO2]	CO2 TOTAAL [ton CO2]	Aandeel strukton [%]	CO2 uitstoot Strukton [ton CO2]	Aandel per werkmatschappij							
																	Bouw [%]	[ton CO2]	Civiel [%]	[ton CO2]	Workspere [%]	[ton CO2]		
Houtwai	6.023	102	CEM 3	I	66.253	808.300	162.187	1.036.740	305.000	256	622.200	10.150	632.350	1.669	50	835			50	835				
Museumpark	495	20	CEM 1	I	5.445	122.912	2.614	130.971	5.681.000	34	11.589.240	25.110	11.614.350	11.745	100	11.745			100	11.745				
	1.750	110	CEM 1	P	31.500	434.537	60.060	526.097			0	0	0	526	100	526								
	36.395	20	CEM 3	I	400.345	4.884.291	192.166	5.476.801			0	0	0	5.477	100	5.477								
Ekkersrijt	799	9	CEM 1	I	8.789	198.397	1.898	209.085	516.142	146	1.052.930	9.796	1.062.726	1.272	100	1.272			100	2.679				
	3.829	10	CEM 1	P	68.922	950.768	11.946	1.031.637			0	0	0	1.032	100	1.032								
	2.548	9	CEM 3	I	28.028	341.947	6.054	376.029			0	0	0	376	100	376								
Inverdan	1.606	25	CEM 1	I	17.666	398.781	10.600	427.047	60.357	46	123.128	361	123.489	551	100	551			50	806	50	806		
	3.826	33	CEM 1	P	68.868	950.023	39.392	1.058.284			0	0	0	1.058	100	1.058								
	16	25	CEM 3	I	176	2.147	106	2.429			0	0	0	2	100	2								
Wisselplein	4.186	7	CEM 1	I	46.046	1.039.414	7.736	1.093.195	1.010.722	100	2.061.873	13.139	2.075.012	3.168	50	1.584			50	3.698				
	12.418	101	CEM 1	P	223.524	3.083.478	391.316	3.698.318			0	0	0	3.698	50	1.849								
	3.600	7	CEM 3	I	39.600	483.128	6.653	529.381			0	0	0	529	50	265								
Peizerhoven	598	127	CEM 1	P	10.764	148.488	23.695	182.947	57.724	50	117.757	375	118.132	301	100	301			100	357				
	385	4	CEM 3	I	4.235	51.668	407	56.309			0	0	0	56	100	56								
DC16	1.780	15	CEM 1	I	19.580	441.987	7.049	468.616	1.015.032	45	2.070.665	5.938	2.076.603	2.545	50	1.273			50	2.968				
	8.342	113	CEM 1	P	150.156	2.071.378	292.804	2.514.338			0	0	0	2.514	50	1.257								
	5.872	15	CEM 3	I	64.592	788.036	23.253	875.881			0	0	0	876	50	438								
Hof van Coevorden	650	79	CEM 1	P	11.700	161.400	16.021	189.121	247.847	133	505.608	4.285	509.893	699	100	699			100	854				
	1.064	3	CEM 3	I	11.704	142.791	843	155.338			0	0	0	155	100	155								
Kromhout Komfort	1.030	9	CEM 1	I	11.330	255.756	2.447	269.534	1.938.216	63	3.953.961	15.874	3.969.835	4.239	50	2.120			50	5.524				
	20.530	105	CEM 1	P	369.540	5.097.746	672.563	6.139.848			0	0	0	6.140	50	3.070								
	4.534	9	CEM 3	I	49.874	608.473	10.773	669.120			0	0	0	669	50	335								
Kromhout Castra	96	9	CEM 1	I	1.056	23.837	228	25.122	214.576	103	437.735	2.873	440.608	466	50	233			50	552				
	1.250	90	CEM 1	P	22.500	310.384	35.100	367.984			0	0	0	368	50	184								
	1.830	9	CEM 3	I	20.130	245.590	4.348	270.068			0	0	0	270	50	135								
DUO2	4.568	5	CEM 1	I	50.248	1.134.267	6.030	1.190.545	1.769.517	62	3.609.815	14.262	3.624.077	4.815	100	4.815			33	2.177	33	2.177	33	2.177
	1.970	85	CEM 1	P	35.460	489.165	52.244	576.869			0	0	0	577	100	577								
	7.791	5	CEM 3	I	85.701	1.045.570	10.284	1.141.555			0	0	0	1.142	100	1.142								
Stradivarius	85	7	CEM 1	I	935	21.106	157	22.198	180.555	64	368.332	1.502	369.834	392	100	392			100	574				
	80	144	CEM 1	P	1.440	19.865	3.594	24.899			0	0	0	25	100	25								
	1.066	7	CEM 3	I	11.726	143.060	1.970	156.756			0	0	0	157	100	157								
Jeroen Bosch	10.703	5	CEM 1	I	117.733	2.657.631	14.128	2.789.492	2.620.675	85	5.346.177	28.958	5.375.135	8.165	33	2.721			33	4.226				
	14.170	59	CEM 1	P	255.060	3.518.512	260.841	4.034.414			0	0	0	4.034	33	1.345								
	3.283	5	CEM 3	I	36.113	440.586	4.334	481.033			0	0	0	481	33	160								
N57	31.325	21	CEM 3	I	344.575	4.203.885	173.666	4.722.126	2.896.500	166	5.908.860	62.506	5.971.366	10.693	100	10.693					100	10.693		
ODE	5.851	6	CEM 3	I	64.361	785.217	9.268	858.846	865.500	123	1.765.620	13.839	1.779.459	2.638	100	2.638					100	2.638		
	1.100	124	CEM 3	P	19.800	0	42.557	62.357			0	0	0	62	100	62								
N-Z lijn	5.276	6	CEM 3	I	58.036	708.051	8.357	774.444	810.961	27	1.654.360	2.846	1.657.207	2.432	75	1.824					75	1.824		
Mastenlijn	680	40	CEM 3	I	7.480	91.258	7.181	105.918	48.000	83	97.920	518	98.438	204	100	204					100	204		
Den Bosch(faunapas)	11.850	42	CEM 3	I	130.350	1.590.297	131.393	1.852.039	1.317.000	55	2.686.680	9.417	2.696.097	4.548	100	4.548					100	4.548		
Enecogen	4.480	70	CEM 3	I	49.280	601.226	82.790	733.296	225.000	80	459.000	2.340	461.340	1.195	100	1.195					100	1.195		
Technip	6.825	50	CEM 3	I	75.075	915.930	90.090	1.081.095	1.120.000	60	2.284.800	8.736	2.293.536	3.375	100	3.375					100	3.375		
Eemshaven	32.947	40	CEM 3	I	362.417	4.421.561	347.920	5.131.899	3.873.000	326	7.900.920	164.138	8.065.058	13.197	100	13.197					100	13.197		
N207	28	7	CEM 3	I	308	3.758	52	4.117	166.000	83	338.640	1.791	340.431	345	100	345					100	345		
TOTAAL	269.530						53.524.138						55.354.978	108.879		86.241			24.416	59.585		2.177		

