

Milieueffecten van beton en grondstoffen voor beton

ing. E. van der Weij, VolkerWessels Infra Competence Center

We weten inmiddels dat de betonindustrie op mondiaal niveau een significante impact heeft op de uitstoot van broeikasgassen. Hoewel broeikasgassen een flinke bijdrage leveren in de totale milieubelasting in de betonketen, is dit slechts één van de tientallen milieueffecten die we kennen.

We beperken ons in deze bijdrage tot de bekende milieueffecten zoals genoemd in de SBK Bepalingsmethode 'Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken'. De milieueffecten worden gewogen met behulp van de schaduwkostprijs om tot één enkele score te komen, de Milieu Kosten Indicator (MKI). De weegfactoren voor de afzonderlijke milieueffecten staan genoemd in tabel 1. Van deze milieueffecten is de CO₂-uitstoot het meest dominant en bepaalt voor grofweg 50% de MKI.

Tabel 1: Milieueffectcategorieën en bijbehorende weegfactoren (bron: SBK Bepalingsmethode)

Milieueffectcategorie	Equivalent eenheid	Weegfactor [€ / kg equivalent]	
Uitputting abiotische grondstoffen (exclusief fossiele energiedragers) – ADP	Sb eq	€ 0,16	Grondstoffen
Uitputting fossiele energiedragers – ADP	Sb eq ⁸	€ 0,16	
Klimaatsverandering – GWP 100 j.	CO ₂ eq	€ 0,05	Emissies
Aantasting ozonlaag – ODP	CFK-11 eq	€ 30	
Fotochemische oxidantvorming – POCP	C ₂ H ₄ eq	€ 2	
Verzuring – AP	SO ₂ eq	€ 4	
Vermesting – EP	PO ₄ eq	€ 9	
Humane toxiciteit – HTP	1,4-DCB eq	€ 0,09	
Zoetwater aquatische ecotoxiciteit – FAETP	1,4-DCB eq	€ 0,03	1-puntsscore
Mariene aquatische ecotoxiciteit - MAETP	1,4-DCB eq	€ 0,0001	
Terrestrische ecotoxiciteit – TETP	1,4-DCB eq	€ 0,06	

In hoeverre de milieubelasting van beton meeweegt in aanbestedingen en projecten is uitgebreider beschreven in het *Cement*-artikel 'Milieuprestaties beton beoordeeld' [3].

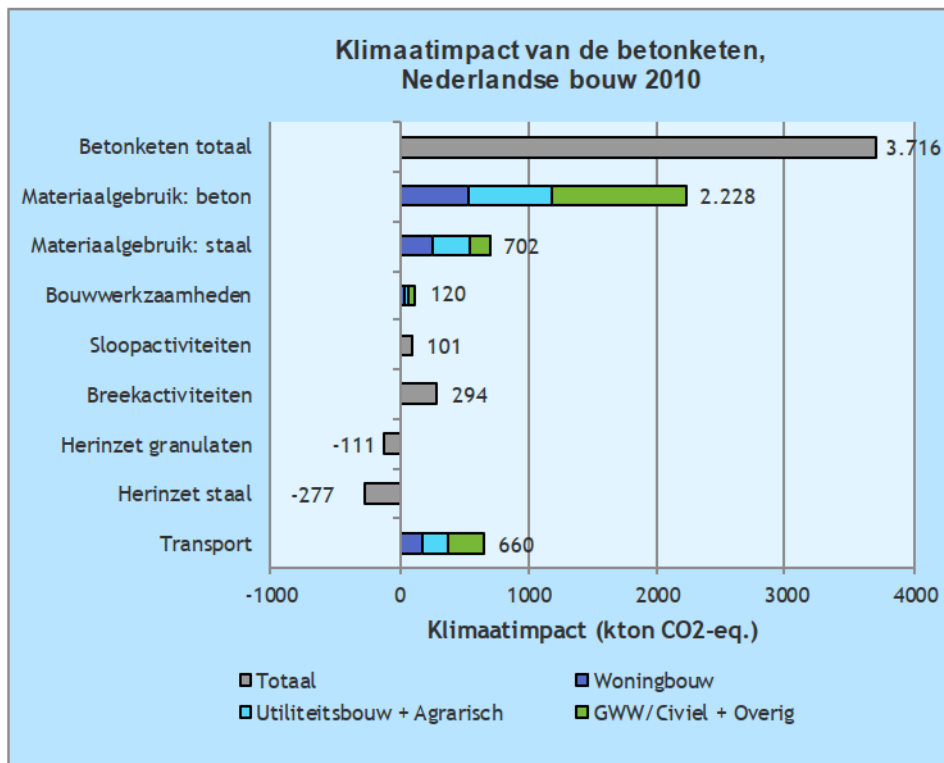
Circulariteit en milieubelasting

Circulariteit en milieubelasting zijn twee aparte begrippen en gaan niet per definitie hand in hand. Bij circulariteit trachten we materialen zo hoogwaardig mogelijk opnieuw in te zetten in de keten, zonder dat daarbij afval ontstaat. Hiermee worden primaire materialen uitgespaard. Echter kost de recycling van materialen ook energie en transport. Dit moet weloverwogen gebeuren om te voorkomen dat de milieubelasting als gevolg hiervan toeneemt in plaats van afneemt.

Grondstoffen

Onder grondstoffen verstaan we hier de (alternatieve) toeslagmaterialen, vulstoffen, hulpstoffen en toevoegingen voor beton. De bindmiddelen worden in dit artikel niet beschreven; hiervoor wordt verwezen naar artikel 10, 'Alternatieve bindmiddelen'.

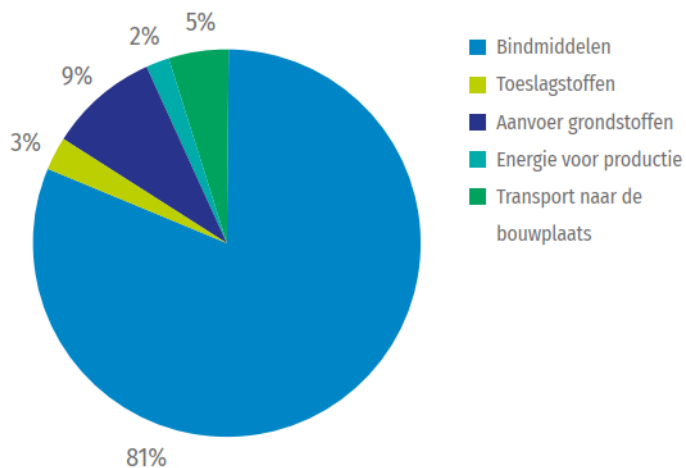
Als we kijken naar de impact van de verschillende grondstoffen op de milieubelasting van beton, dan is het materiaal 'beton' verantwoordelijk voor circa 60% van de CO₂-uitstoot in de betonketen. Daaropvolgend zijn wapening en transport verantwoordelijk voor een significant deel van de CO₂-uitstoot.



Figuur 1: CO₂ emissie in de betonketen (bron CE Delft, milieu impact van betongebruik in de Nederlandse bouw)

Als we kijken naar het materiaal ‘beton’ dan is het hierin toegepaste bindmiddel (cement) verantwoordelijk voor circa 80% van de CO₂-uitstoot. Het lijkt dan ook logisch maatregelen te nemen om deze component ofwel te reduceren, ofwel een gunstiger alternatief te zoeken met een lagere milieubelasting.

Percentage CO₂ per gemiddelde m³ in 2017



Figuur 2: CO₂-footprint van een m³ betonmortel (bron: duurzaamheidsverslag Betonhuis Betonmortel 2012-2017)

Toeslagmaterialen voor beton

Primaire toeslagmaterialen hebben een relatief lage milieubelasting (ca. 3% van 1 m³ beton). De winning van lokaal zand en grind kost relatief weinig energie en de transportafstanden zijn klein en veelal over water. Daarbij hebben toeslagmaterialen afkomstig uit onze rivieren of de zee een relatief lage waterbehoefte door de mooie ronde vorm, wat weer gunstig is voor het cementgehalte.

Bij alternatieve toeslagmaterialen kunnen we denken aan gerecycled beton, synthetisch vervaardigde toeslagmaterialen (gesinterde klei of geëxpandeerd glas) of restmaterialen, zoals AEC-granulaten en luchtgekoelde hoogovenslakken, die dienst kunnen doen als toeslagmateriaal. Daarbij speelt mee dat bepaalde milieueffecten zoals landgebruik en biodiversiteit (nog) niet worden meegewogen in de huidige bepalingmethode van de milieubelasting. Hierdoor scoren gerecyclede toeslagmaterialen zoals betongranulaat rekenkundig niet optimaal, mede omdat de bewerking relatief veel energie kost. Daarbij moet tevens rekening worden gehouden met de hogere waterbehoefte als gevolg van het gebroken karakter van gerecycled toeslagmateriaal. Uiteraard hebben restmaterialen een voordeel ten aanzien van de milieubelasting op primaire materialen, vanwege de allocatie van de milieubelasting naar de economische waarde van de producten. Met andere woorden, daar waar materialen restproducten zijn uit een andere industrie, is de milieubelasting die hieraan toegekend wordt nihil. Dit in tegenstelling tot synthetisch vervaardigde toeslagmaterialen, die voor de vervaardiging vaak veel energie vergen. Hierbij moet in ogenschouw worden genomen dat de toeslagmaterialen voor een relatief klein deel verantwoordelijk zijn voor de milieubelasting van beton en dat we ook moeten streven naar een optimale korretpakking om de waterbehoefte en daarmee het cementgehalte te beperken. Dit laatste heeft een grotere impact op de milieubelasting dan het vermijden van primaire grondstoffen.

Hulpstoffen

De definitie van een hulpstof is een stof die in kleine hoeveelheden (< 5% t.o.v. cementgewicht) wordt toegevoegd aan beton(specie) om de eigenschappen van beton en/of betonspecie te verbeteren. De meest bekende hulpstoffen zijn de plastificerende hulpstoffen, waarmee we water kunnen reduceren in beton. In een aantal gevallen kunnen we bij gelijkblijvende water-cementfactor ook het cementgehalte verlagen, waardoor tevens de milieubelasting wordt gereduceerd.

Er zijn ook andere hulpstoffen waarmee we de eigenschappen en de milieubelasting van beton kunnen reduceren. Enkele voorbeelden hiervan zijn bindings- en verhardingsversnellers en luchtbelvormers.

Een mooi voorbeeld is het vervangen van een deel van het hoogovencement door portlandcement in koudere omstandigheden. We doen dit vaak bij monoliet af te werken vloeren om zo de aanvangstijd van het vlinderen en de tijd die nodig is om de vloer te vlinderen, te beperken. Door een deel van het hoogovencement te vervangen door portlandcement, schiet de milieubelasting direct omhoog. Nog afgezien van andere neveneffecten, waarbij de uiteindelijke sterkte hoger uitvalt met risico op grotere scheurafstanden en scheurwijdtes tot gevolg. Een mooi alternatief hiervoor is het toepassen van bindingsversnellers. Hiermee vangen we dan 2 vliegen in 1 klap. Door het toevoegen van een bindingsversneller kunnen we het opstijfgedrag van beton beïnvloeden, zonder dat we iets in de cementsoort wijzigen. Dit voorkomt een verhoogde milieubelasting en heeft tevens ook niet de nadelige effecten van een hogere eindsterkte. Waarom doen we dit dan nog niet structureel? Onbekend maakt onbemind: een bedrijf gespecialiseerd in betonvloeren weet vrij goed te voorspellen wanneer beton af te werken is als een bepaalde hoeveelheid portlandcement wordt toegepast. Hierop wordt de planning van afwerkploegen afgestemd, en tijd is geld. Dit vraagt dus om een andere aanpak en samenwerking als we deze werkwijze willen doorbreken!

Hetzelfde geldt in feite voor een snellere sterkteontwikkeling van beton om bijvoorbeeld sneller te kunnen ontkisten, voorspannen of stempels te verwijderen. Ook hier wordt vaak een aanpassing in de betonsamenstelling gedaan om de sterkteontwikkeling te versnellen, ofwel door het verlagen van de water-cementfactor ofwel door een deel van het hoogovencement te vervangen door portlandcement. Het gevolg is dat de milieubelasting omhoog schiet. Hier biedt een verhardingsversneller kansen! Door het toepassen van een verhardingsversneller is de sterkteontwikkeling van beton aanzienlijk te versnellen. Daarmee is het dus mogelijk het gebruik van extra (portland)cement te beperken of te voorkomen.

Bij gebruik van een luchtbelvormer kunnen we de vorst-dooizoutbestandheid van beton verbeteren. De fijn verdeelde luchtbellens onderbreken de capillaire poriën in beton, waardoor er ruimte ontstaat voor water om te expanderen. Omgekeerd geldt ook dat de capillaire absorptie dus wordt beperkt, waardoor de kans op indringen van schadelijke stoffen in beton wordt beperkt. Van dit mechanisme kunnen we gebruikmaken om onder bepaalde omstandigheden de milieubelasting te beperken. In de NEN 8005 wordt al expliciet genoemd dat voor milieuklassen XF2 en XF4 de water-cementfactor mag worden verhoogd en het cementgehalte mag worden verlaagd wanneer we een luchtbelvormer toepassen. Dit resulteert dus direct in een lagere milieubelasting. Het volume lucht dat we inbrengen hoeft niet gevuld te worden met grondstoffen en geeft dus ook niet de milieubelasting. Bijkomend voordeel is dat de rheologische eigenschappen worden verbeterd door de 'smerende' werking van de luchtbellens. Uiteraard moet wel rekening worden gehouden met de reductie van de druksterkte als gevolg van ingebrachte lucht.

Tevens zijn er enkele andere hulpstoffen die een positief effect hebben op de milieubelasting, maar waarvan het effect moeilijk is te kwantificeren. Hierbij valt te denken aan corrosie-inhibitors, krimpreducerende hulpstoffen en zelfherstellend beton. Hierbij wordt de levensduur van een betonconstructie verlengd. De initiële milieubelasting van beton zal weliswaar hoger zijn, maar over de gehele levensduur zal de milieubelasting lager uitpakken. Vanwege de onzekerheden in levensduurmodellen, blijft het echter lastig om te voorspellen met hoeveel jaar de levensduur kan worden verlengd. Daardoor is het dus lastig aan te geven wat de reductie is van deze maatregelen.

Toevoegingen

Naast hulpstoffen maken we ook vaak gebruik van toevoegingen om de eigenschappen van beton te verbeteren. Met name vezels kunnen we gebruiken om de treksterkte en ductiliteit van beton te verbeteren. Dit resulteert niet in een directe reductie van de milieubelasting van beton, maar als dit integraal in een constructie wordt beschouwd, kan dit wel degelijk de totale milieubelasting reduceren. Als door toevoeging van vezels de constructiedikte kan worden beperkt en/of wapening bespaard, dan heeft dit in totaliteit een positief effect op de milieubelasting.

Literatuur

1. SBK Bepalingsmethode 'Milieuprestatie gebouwen en GWW-werken', versie 3.0, januari 2019, met wijzigingsblad d.d. januari 2020 (ecoinvent 3.5)
2. *Betoniek* Vakblad 2018/1 'Het spanningsveld tussen duurzaamheid en levensduur'
3. *Cement*, Milieuprestaties beton beoordeeld. Cement
4. *Betoniek* Vakblad 'Rekenen met doorgaande sterkteontwikkeling'
5. Duurzaamheidsverslag Betonmortelindustrie 2017, Betonhuis (www.betonhuis.nl)
6. #duurzaam beton – trending topics, het Betonplatform