



## Permanente CO<sub>2</sub>-opslag in betongranulaat

### Hoe mooi kan het zijn?

Het is al mooi als je van afval - betonpuin - een hoogwaardige grondstof maakt voor nieuw beton - betongranulaat. Waardoor beton circulair wordt. Nog mooier is het als je tijdens de productie van betongranulaat een significante hoeveelheid CO<sub>2</sub> bindt. En helemaal mooi is het als hierdoor de kwaliteit van het betongranulaat wordt verbeterd, waardoor je minder cement nodig hebt in het nieuwe beton.

### Inleiding

Bij de productie van cement en meer specifiek van klinker wordt veel kalk toegepast. Deze kalk splitst CO<sub>2</sub> af (calcinatie) en vormt verbindingen met andere mineralen. Wanneer klinker met water reageert, komt de kalk deels terecht in portlandiet en deels in cement-gel. Deze kalkverbindingen kunnen weer CO<sub>2</sub> opnemen en vastleggen als kalk. Dit is permanent en onomkeerbaar (tenzij je het materiaal weer gaat calcineren).

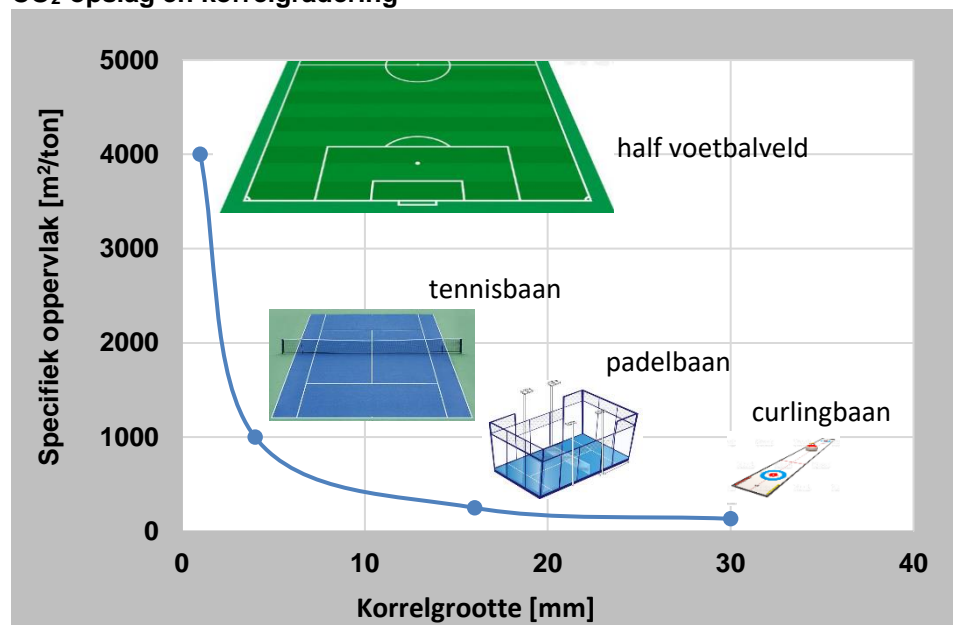


De reactie met CO<sub>2</sub> gebeurt aan het oppervlak van beton tijdens de levensduur, wat bekend staat als carbonatatie. Dit is meestal ongewenst, omdat bij vergaande carbonatatie de wapening gevaar voor corrosie loopt. Carbonatatie vindt vooral in een deel van de betondekking plaats. De diepte is afhankelijk van de betonkwaliteit (cementsoort, wcf, nabehandeling, hydratatiegraad, levensduur), maar ook van de vochthuishouding. In droog beton kan CO<sub>2</sub> snel in de poriën dringen, maar er is vocht nodig voor de carbonatatie-reactie. Wisselend nat-droog is dus het meest gunstig voor carbonatatie.

Na het granuleren van beton wordt een groot nieuw oppervlak per ton betonpuin gecreëerd, zie grafiek. Ter vergelijking: bij een betonnen wand van 25 cm dik is het oppervlak per ton beton ongeveer 3,3 m<sup>2</sup> (tweezijdig).

Hiermee wordt duidelijk dat carbonatatie van betongranulaat afhankelijk is van een aantal factoren.

### CO<sub>2</sub>-opslag en korrelgradering

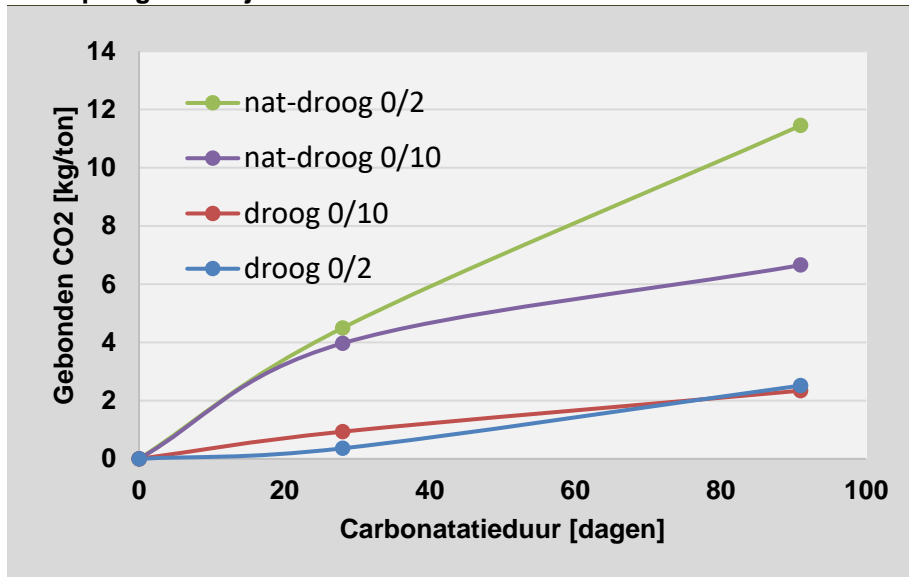




## Onderzoeken

In een uitgebreid onderzoek<sup>1)</sup> is de CO<sub>2</sub>-opname van verschillende fracties betonpuin onderzocht. Hierbij is ook nagegaan wat de invloed van de vochthuishouding is. Er is vastgesteld dat betongranulaat in 91 dagen onder wisselende nat-droog omstandigheden (buiten) ruim 6 tot bijna 12 kg CO<sub>2</sub> per ton kan opnemen in de fractie 0/10 resp. 0/2 mm.

## CO<sub>2</sub>-opslag in de tijd



**PERMANENTE CO<sub>2</sub>-OPSLAG  
VAN 10 KG PER TON BETON-  
GRANULAAT IS IN DE  
PRAKTIJK MOGELIJK**

Uit deze grafiek blijkt dat de opname van CO<sub>2</sub> na 91 dagen nog doorgaat. In dit onderzoek is ook berekend dat de CO<sub>2</sub>-opname overeenkomt met de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het recyclingproces, transport plus een deel van het sloopproces.

In een recent onderzoek<sup>2)</sup> is vastgesteld dat met geconcentreerd CO<sub>2</sub> een vergelijkbare hoeveelheid in zeer korte tijd kan worden opgeslagen. Ook is bevestigd dat de kwaliteit van het betongranulaat door carbonatatie verbetert; de porositeit neemt af, waardoor de wateropname afneemt en de sterkte toeneemt. Er is aangetoond dat daardoor bij de productie van beton met dit granulaat cement kan worden bespaard. Dit levert een verdere winst in CO<sub>2</sub> op van 9 kg per m<sup>3</sup> ten opzichte van beton met primair toeslagmateriaal en 21 kg per m<sup>3</sup> ten opzichte van beton met 40% granulaatvervangings.

Maar het kan nóg beter; wanneer de CO<sub>2</sub>-concentratie wordt verhoogd, verloopt de carbonatatie sneller en wordt meer CO<sub>2</sub> opgeslagen. Op praktijkschaal is aangetoond dat dit kan oplopen tot ruim 20 kg CO<sub>2</sub> per ton granulaat 10/20 mm<sup>3)</sup>. De hoogste opname wordt met zuivere CO<sub>2</sub> bereikt, maar ook met CO<sub>2</sub> uit rookgassen worden hoge waarden bereikt.

<sup>1)</sup> Carbon dioxide uptake in demolished and crushed concrete, Journal of Advanced Concrete technology, 2011.

<sup>2)</sup> Technological demonstration and life cycle assessment of a negative emission value chain in the Swiss concrete sector, Frontiers in Climate, 2021.

<sup>3)</sup> Project Fastcarb, diverse publicaties M. Sereng 2019, 2020.