



Consequenties en mogelijkheden circulair beton

# Goed leven binnen de grenzen van onze planeet

*De invulling van duurzaamheid heeft een weg afgelegd van ecologisch verantwoord, via thema's als cradle-to-cradle en CO<sub>2</sub>, tot tegenwoordig de circulaire economie. Ambities op dit gebied zijn hoog en er zijn heel veel manieren om daar invulling aan te geven, ook voor het materiaal beton. En zeg nou zelf: het nastreven van een hoger doel, een mooiere wereld met gesloten kringlopen, spreekt toch veel meer aan dan het 'reduceren van CO<sub>2</sub>'?*

Wat wij mensen met elkaar gemeen hebben is dat we het goed willen hebben. Een goed leven nu en in de nabije toekomst. Hoe we daar invulling aan geven, loopt echter nogal uiteen. Sommige mensen vinden het moeilijk om over de lange termijn na te denken en grijpen aan wat voor handen ligt. Anderen onthouden zich van comfort en denken alleen aan de verre toekomst. Waar het om draait is dat we er allemaal bij gebaat zijn dat het goed gaat, nu en in de toekomst. En dat we die toekomst veilig stellen. We willen daarbij niet al te veel

concessies doen aan de leefstijl in het hier en nu. Dat geldt ook voor bedrijven. Want ook al willen bedrijven aan de slag met ecologie, ze hebben ook het doel om winst te maken en te groeien.

## Wat is de circulaire economie?

De circulaire economie heeft als uitgangspunt het sluiten van kringlopen. De motivatie daarachter is tweeledig: aan de ene kant is er een eindigheid aan de beschikbare grondstoffen op aarde en aan de andere kant hopen de afvalbergen zich op. De traditionele manier van het verwerken van afval, het recyclen, zorgt dat veel 'afgedankt materiaal' in een laagwaardige toepassing wordt ingezet. Wanneer de grondstoffen na gebruik weer ingezet kunnen worden op hetzelfde niveau, zijn er minder nieuwe grondstoffen nodig.

Het sluiten van kringlopen is echter geen doel op zich. Het achterliggende doel blijft een betere en schonere wereld. Dus is het niet de bedoeling een kringloop sluitend te maken wanneer dit juist heel veel vervuiling veroorzaakt, bijvoorbeeld als gevolg van transport. Een valide methode om hier inzicht in te krijgen is het rekenen met de levenscyclus, de LCA. Deze houdt

echter rekening met één gebruikerscyclus. Door meerdere gelijke cycli achter elkaar te simuleren wordt in de berekening een circulair gebruik benaderd. Mantijn van Leeuwen gaat in zijn artikel 'Meten aan circulariteit' (zie elders in dit nummer of op Cementonline) nader in op hoe je kunt rekenen met de circulaire economie.

Het wordt pas ingewikkeld wanneer we naar het grotere systeem kijken. Het gaat namelijk niet om die ene kringloop van dat ene product. Zo gaat het er niet om alleen de kringloop van de betonketen sluitend te maken. Het gaat om de wisselwerking tussen meerdere kringlopen. Een voorbeeld om dit te illustreren: om de CO<sub>2</sub>-uitstoot in beton te reduceren is men andere grondstoffen toe gaan passen zoals vlieg-as en hoogovenslakken. Dit zijn afvalproducten uit een andere industrie: respectievelijk energieopwekking en staalproductie. Stel dat deze industrieën hun proces meer circulair gaan maken, komen er minder van deze materialen beschikbaar. Of wanneer de kolencentrales dicht gaan, wordt er geen vlieg-as meer geproduceerd. Beide hebben een effect op de betonindustrie.

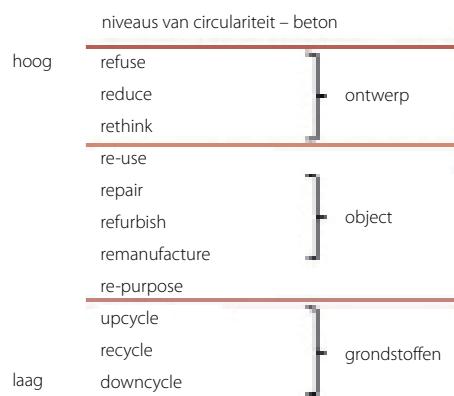
Een vergelijkbaar proces vindt plaats wanneer de betonketen zijn eigen betongranulaat gaat inzetten voor nieuwe bouwwerken. Wat betekent dit voor de wegenbouw, waar granulaat op grote schaal wordt ingezet als funderingsmateriaal?

### Ambities circulariteit

Ook in de politiek ziet men dat het nodig is het toekomstige klimaat geschikt te houden voor een fijne leefomgeving. Was het zevende milieuactieprogramma 2012-2020 met als titel 'Goed leven binnen de grenzen van onze planeet' nog vooral op de reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot gericht, het nieuwere beleid volgend op de klimaatop in Parijs, richt zich ook op de circulaire economie.

De invulling van het Parijse Akkoord gebeurt op landelijk niveau. Hiertoe worden Integrale Nationale Energie- en Klimaatactieplannen (INEK's) vijfjaarlijks vastgesteld, ingaand vanaf 2020. Aan de eerste INEK is men dus druk aan het schrijven. In Nederland wordt het thema circulaire economie vanuit het nationale beleid opgepakt in het 'Rijksbrede programma circulaire economie'. Hierin wordt de focus van vijf sectoren genoemd. De bouw is één van deze sectoren omdat de bouw grondstoffenintensief is. De uitvoering wordt uitgewerkt in de nationale transitieagenda's.

De definitie van de Circulaire Bouweconomie zoals omschreven in de transitieagenda (2017) is als volgt: "Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en



ecosystemen aan te tasten. Bouwen op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.” Het doel is om in 2030 50% circulair te zijn en in 2050 100%.

### Betonladder van de Circulaire Economie

De betonketen heeft het initiatief genomen om een eigen akkoord op te stellen: het Betonakkoord. Via vier tafels met de thema's CO<sub>2</sub>-reductie, Circulaire Economie, Natuurlijk Kapitaal en Sociaal Kapitaal hebben partijen over nagedacht welke doelstellingen en maatregelen effectief een invulling kunnen geven aan een duurzame betonketen. De verwachting is dat het Betonakkoord nog deze zomer getekend gaat worden.

Vanuit de circulaire economie komt de betonladder als beeld van de verschillende schaalniveaus waarop de cirkel gesloten kan worden (fig. 2). Deze ladder geeft verschillende opties om invulling te geven aan circulariteit: van refuse en reduce tot aan recycle. De ladder is ingedeeld in categorieën ontwerp, object en grondstoffen. Vaak wordt gezegd dat prioriteit moet worden gegeven aan de opties die zo hoog mogelijk op de ladder staan en de niveaus moeten worden gezien van beste naar de slechtste. Je kunt je afvragen of dat terecht is. Steeds meer partijen waaronder Rijkswaterstaat zijn het daar niet mee eens en geven aan dat elke oplossing op zich moet worden beoordeeld op de milieu-impact die het heeft.

Aan de hand van de niveaus van de betonladder volgt hier een aantal voorbeelden, die laten zien wat er al mogelijk is om aan te sluiten op het gedachtegoed van de circulaire economie en wat de uitdagingen zijn.

### Niet bouwen heeft de grootste positieve milieu-impact

Al in het ontwerp kun je keuzes maken die effect hebben. Het

- 2 Niveaus van circulariteit in beton
- 3 In het Sanatorium Zonnestraal (1928) werd de constructie verjongd, hier omdat er een economisch tekort was aan grondstoffen



grootste effect heeft de vraag óf je wel zult bouwen, oftewel: 'REFUSE'. REFUSE kan ook betrekking hebben op de grondstoffenkeuze. Dat kan op het niveau van keuze tussen verschillende materialen, of wanneer we het over beton hebben, in de keuze van de grondstoffen van het beton zelf. De betonindustrie is op zoek naar cementvervangers bijvoorbeeld. In Nederland heel bekend en veel toegepast zijn natuurlijk de hoogovenslakken. Hiermee wordt een afvalstroom van een andere industrie ingezet om CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren en tegelijk wordt het afval van een andere cirkel hergebruikt als waardevolle grondstof.

Wanneer in het beton nieuwe elementen worden toegepast, is het de vraag of het gedrag van het beton hetzelfde blijft en of we de bestaande rekenregels nog wel toe kunnen passen. Daarnaast is het van belang te weten hoe het beton reageert in de tijd: welke gevoeligheid is er ten aanzien van verouderingsmechanismen en mogelijke schademechanismen. Hierdoor kunnen de trajecten voor het invoeren van een nieuwe grondstof lang duren voordat alle onderzoeken zijn uitgevoerd. Dit soort ontwikkelingen gaat dus niet heel erg snel. In het kader van de circulaire economie worden ook meerdere cycli bekeken: welke effecten heeft een nieuwe grondstof wanneer het in gerecycled betongranulaat zit?

### Minder is meer

'REDUCE' is een bekend onderwerp voor constructeurs: het zo slank mogelijk ontwerpen van de constructie. Het effect is tweezijdig: minder materiaalgebruik én meer gebruiksoppervlak ten opzichte van de constructie, waardoor je bij gelijkblijvend gebruiksoppervlak kleiner kan bouwen. Slank ontwerpen kan wanneer de vorm van de krachten gevolgd wordt: schuine kolommen wanneer er eigenlijk een schuine kracht op staat en minder materiaal waar dat niet nodig is. Gaudi was hierin een meester (foto 1). Om de krachten in de constructie te laten zien bouwde hij omgekeerde modellen met kettingen en gewichten.

In de jaren '20 werd dit ook toegepast, vanwege een schaarste aan bouwgrondstoffen vanuit economisch perspectief. De balken werden met overstek ontworpen voor een positief moment (slankere constructie) en aan het uiteinde verjongd. Dit gaf de bijkomstigheid dat er veel licht en lucht in de gebouwen toe kon treden. In een gebouw zoals de Zonnestraal (1928) een must vanwege de functie als sanatorium voor patiënten met TBC (foto 3).

REDUCE kun je ook inzetten in het ontwerp van het betonmengsel. Zoals minder cement toepassen en hoogovenslak (een afvalstroom van de staalindustrie) inzetten. Ook optimalisatie van korrelpakking valt hieronder. Hierbij wordt de spreiding in



4

de korrelgrootte van de ingrediënten zo ontworpen dat er minder ‘gaten’ vallen die gevuld moeten worden met cement. Beide methodes worden al breed toegepast en passen goed in de circulaire economie.

### Omdenken

In de ontwerpfase heb je de grootste impact door de dingen nog eens goed te overdenken, oftewel ‘RETHINK’. Wat kan er anders en beter? Je kunt in het ontwerp al rekening houden met de volgende cycli van het object en van de bouwdelen. Wanneer bouwdelen eenvoudig kunnen worden losgehaald uit de constructie, dan kunnen ze heelhuids elders weer worden ingezet. Bij het ontwerp kun je hiertoe detailleren dat dit later mogelijk is.

Voor gebouwen is dit eerder al toegepast in IFD (Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen). Een mooi voorbeeld is het Japanse project NEXT21. Hier kunnen ruimtes binnen een skelet naar wens groter of kleiner worden of van binnenruimte naar buitenruimte transformeren. In de publicatie ‘Ontwerpen met het oog op toekomstige herbestemming’ wordt een dergelijk betonskelet besproken incl. de detaillering. Voordeel van dit concept is dat het gebouw als geheel een langere levensduur

krijgt.

### Hergebruik

Bij het hergebruik (‘RE-USE’) van bouwdelen (zowel in gebouwen als onderdelen van een viaduct) is het van belang om met standaard maten te gaan werken. Want een ligger met schuine kopse kanten, is lastiger weer inzetbaar dan een recht exemplaar.

Een struikelblok is de extra investering die gedaan moet worden om de bouwdelen los te houden. De constructie bestaat dan uit losse delen en kan de krachten onvoldoende overdragen; hierdoor is er initieel meer materiaal nodig en worden er vaak hogere kosten verwacht.

Een ander struikelblok hier kan zijn de opslag van de verschillende onderdelen. Want over een jaar is de brugligger van 10 m pas weer elders nodig bijvoorbeeld. Toch komt er voor gebouwen een circuit op gang voor tweedehands bouwmaterialen/ bouwdelen. De kleinere elementen doen het hierbij het beste.

Een mooi voorbeeld van RE-USE is het ‘circulaire viaduct’, een projectontwerp waarbij van tevoren het toekomstige hergebruik al is meegenomen. Hier is men uitgegaan van modules, zoals ook LEGO werkt. Bij het afbreken van een viaduct dat

niet meer functioneel is, kunnen de delen opnieuw ingezet worden om elders een viaduct te realiseren van een andere lengte. Hierdoor is de beperking van de opslag van veel verschillende lengtes liggers ondervangen. Zie ook artikel 'De weg naar een circulair viaduct' van Mark de Kruijf (elders in dit nummer of op *Cementonline*).

De draagconstructie van gebouwen die nu staan kunnen hergebruikt worden en als 'donorskelet' ingezet voor een nieuw gebouw. Imd vertelt hier meer over in het artikel 'Construeren met tweedehands elementen' (elders in dit nummer of op *Cementonline*). Bouwdelen en producten kunnen toegepast worden in dezelfde functie die ze eerst hadden of in een andere functie. Zoals een gevel van op elkaar gestapelde gebroken stoeptegels (de gevel van het NH hotel bij Utrecht Centraal bestaat uit gebroken stoeptegels).

Hergebruik op de hoogste schaal kan betekenen het gehele gebouw een andere functie geven. Het Groot Handelsgebouw in Rotterdam (foto. 4) ziet er nog steeds hetzelfde uit met betonnen gevels en betonnen skelet en heeft al verschillende functies gehad, o.a. een autoshowroom. In feite is dit skelet heel erg 'adaptief' gebleken.

### Levensduur verlengen

Door middel van reparatie ('REPAIR') of renovatie ('REFURBISH') kunnen objecten en/of bouwdelen een langere levensduur krijgen zoals omschreven bij het Groot Handelgebouw. Het verschil zit vooral in de intensiteit van de aanpassingen die gemaakt worden. Een mooi voorbeeld van betonrenovatie is het eerder genoemde Sanatorium Zonnestraal (foto 3).

### Recycling

Op de kleinste schaal kunnen objecten weer teruggebracht worden naar de grondstoffen.

In de zoektocht naar circulair beton wordt er vooral gesproken van het recyclen van de grondstoffen. Of er sprake is van 'RE-CYCLE', 'UP-CYCLE' of 'DOWN-CYCLE' hangt af van de zuiverheid van de gerecyclede grondstoffen en hoe de toepassing waarin zij terugkomen wordt gewaardeerd. Zo wordt betongranulaat voor 100% hergebruikt, maar voor een groot deel als wegfundatie wat over het algemeen onterecht wordt gewaardeerd als een laagwaardig hergebruik. In feite komt het betongranulaat uit gebouwen in een andere kringloop terecht, namelijk die van de wegfundatie. Als wegfundatie kan het betongranulaat oneindig hergebruikt worden.

In het artikel 'Kan beton nog circulairder?' van Edwin Vermeulen (elders in dit nummer en op *Cementonline*) lees je meer

over de uitdagingen die met het recyclen van beton gepaard gaan. Zo werkt beton met betongranulaat anders dan beton met grind. In het artikel 'Rekenen aan granulaat' van Gert van der Wegen (elders in dit nummer en op *Cementonline*) wordt nader ingegaan op de rekenregels van granulaatbeton.

### Circulair beton

Het is jammer dat de focus in circulair beton vaak neerkomt op recycling. Het is heel goed mogelijk ook op de andere schaalniveaus een grote milieu-impact te realiseren. De circulaire economie pleit in feite ook voor deze hogere schaalniveaus. Uiteindelijk gaat het om het vergelijk wanneer de milieu-impact het meeste beperkt blijft.

Bij hergebruik van bouwdelen is al te zien dat in de praktijk de voorkeur ligt bij de lagere schaalniveaus: kleinere onderdelen, zijn het meest flexibel in te zetten. Zij hebben ook de laagste milieu-impact omdat er geen langdurige opslag nodig is en de objecten lokaal weer ingezet kunnen worden. Een bouwsteen kan net zo goed voor een garage dienen als voor een museum, maar voor een ligger van een bepaalde lengte wordt dit al wat lastiger. Wanneer uiteindelijk energie geen issue meer is, dan zal de voorkeur naar verwachting helemaal gaan naar het terugbrengen van de grondstoffen, omdat daarmee de grootste flexibiliteit in het nieuwe gebouw of bouwwerk verkregen kan worden.

### Gewoon doen

Aan de voorbeelden te zien is beton goed in te passen binnen de circulaire economie. Wordt dit dan al breed toegepast? Slechts deels. De voorbeelden worden op dit moment mondjesmaat toegepast, of zijn nog in ontwikkeling. Veel van de genoemde voorbeelden zijn een kwestie van 'gewoon doen', andere hebben wat meer ontwikkeltijd nodig. Een heel aantal ontwikkelingen is nooit ontstaan met de achterliggende gedachte van de circulaire economie, maar ontstaan vanuit economische schaarste van grondstoffen, of door een basis zoektocht naar duurzaamheid (het tegengaan van verspilling). Ook speelt de gevoelswaarde van een gebouw mee, waardoor men moeite doet het voor een nieuwe functie geschikt te maken. Er zijn ook ontwerpers die het als een uitdaging zien om met zoveel mogelijk randvoorwaarden een hoogwaardige passende oplossing te bedenken. Welke motivatie je dan ook kiest, je ziet, er zijn voldoende opties om beton circulair toe te passen!