

**Samenvatting**  
**IPG Closed-loop Economy**  
**Nederlands**

Vertaling door SmartCrusher BV

[www.slimbreker.nl](http://www.slimbreker.nl)

## SAMENVATTING

Beton is na water het meest gebruikte materiaal en de gebouwde omgeving in Nederland wordt hier volledig door bepaald (WBCSD, 2009). Nu is het zo dat als een gebouw wordt gesloopt, het beton dat erin is verwerkt gedowncycled wordt voor toepassing als funderingsmateriaal in de wegenbouw. Verwacht wordt dat in de toekomst het aanbod aan end-of-life (EOL) beton in bouw- en sloopafval enorm zal toenemen, terwijl de vraag naar vulmiddel in de wegenbouw zal afnemen. Aangezien het storten van afval in Nederland niet is toegestaan, dient een nieuwe bestemming voor betonafval te worden gevonden (Rijksoverheid Nederland, 1997). Met de ontwikkeling van technologieën om EOL beton te scheiden in de oorspronkelijke componenten, wordt het mogelijk beton te recycleren tot nieuwe bouwmaterialen. Dit rapport is geschreven om te onderzoeken wat nodig is om in Nederland tegen 2050 de betonkringloop te sluiten. Aan het eind van het rapport is een backcasting analyse uitgevoerd om hierop een antwoord te geven. Voorafgaand aan deze backcasting worden er vier verschillende analyses uitgevoerd met betrekking tot technologische ontwikkelingen, milieudruk, economisch klimaat en sociale situatie die als input dienen voor de backcasting. Het overige deel van deze samenvatting gaat over de belangrijkste bevindingen van dit rapport.

De Technologie-evaluatie heeft aangetoond dat C2CA en SmartCrusher (SC) de twee meest veelbelovende technieken zijn voor recycling van beton. Van deze twee heeft SC aangetoond dat het op een verder gevorderd niveau is voor wat betreft scheiding omdat het kan bewijzen dat het de fijne fracties (0-4 mm) in niet-gehydrateerd cement, gehydrateerd cement en zand kan scheiden. Het voordeel van C2CA daarentegen is dat de ontwikkeling van sensortechnologieën mede een rol speelt. Met deze technologieën kunnen verontreinigingen worden opgespoord en kan de kwaliteit van in- en uitvoerstromen worden bewaakt. Wat betreft de gereedheid van beide technieken hebben zowel C2CA als SC een TRL niveau 3 (experimenteel “proof of concept”) gekregen. De ADR techniek van C2CA is behoorlijk ver ontwikkeld en is reeds getest in een NICHE-project in Groningen. De sensortechnologie bevindt zich echter nog in een vroege fase van ontwikkeling. SC is gevalideerd in laboratoriumomstandigheden en bleek goed te werken tijdens kleinschalige proefprojecten. Er dient echter een oplossing gevonden te worden voor de stofproblemen en er dient een kwaliteitscontrole te worden uitgevoerd van de uitvoerstroom.

De milieuanalyse is gebaseerd op een zgn. “quick and dirty” levenscyclusanalyse. Bij de LCA is gekeken naar de invloed op het milieu, veroorzaakt door de productie van 1 ton beton op de conventionele manier in vergelijking met het recycleren met behulp van de SC techniek. Globaal tonen de resultaten aan dat met het recycleren van beton de milieudruk met meer dan 50% kan worden verminderd voor wat betreft alle impactcategorieën. Bovendien kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot met zelfs bijna 75% worden verminderd wanneer beton wordt gerecycled. Het grootste gedeelte van de terugdringing van de milieudruk kan worden toegeschreven aan de lagere directe uitstoot tijdens de productie van Portland cement en de geringere hoeveelheid energie (fossiele brandstoffen) die nodig is voor de productie van grondstoffen. Dientengevolge kan de mate van belasting op het milieu, veroorzaakt door de betonindustrie, aanzienlijk worden teruggebracht wanneer beton wordt gerecycled in plaats van dat het wordt geproduceerd van nieuwe grondstoffen.

De economische analyse heeft aangetoond dat Nederland bij lange na niet zelfvoorzienend is in de winning van grondstoffen voor de productie van beton, maar dat er tegelijkertijd geen bestaande markt is voor gerecycled beton. Daarom is Nederland in hoge mate afhankelijk van buurlanden zoals Duitsland en België voor wat betreft grondstoffen die nodig zijn voor de productie van cement en beton. De vergelijking van C2CA en SC met betrekking tot hun economische prestaties toont aan dat ze beide de potentie hebben om meer waarde op te leveren dan de “business-as-usual” (BAU)

scenario's voor het recyclen van beton. In vergelijking met het BAU scenario, vermindert C2CA de kosten met 2 euro per ton beton, terwijl de opbrengst met 0,80 euro per ton toeneemt. SC kan zelfs meer waarde realiseren: het vermindert de kosten voor het recyclen met 6 euro en vermeerdert de opbrengst met 7,20 euro. Verdere analyse toont aan dat C2CA, met name vanwege de grote mobiliteit, (transport) kosten kan terugbrengen, terwijl toch een concurrerende doorgangscapaciteit gehandhaafd blijft. SC creëert de meeste winst door het EOL beton op effectieve wijze terug te brengen tot de meest waardevolle materialen, zoals het niet-gehydrateerde cement dat als grondstof bij de productie van cement kan worden gebruikt. Omdat de twee technieken op verschillende bases met elkaar concurreren, bestaat de mogelijkheid dat er voor beide ruimte is om zich op de markt te ontwikkelen.

De FIS (Functie van Innovatief Systeem) analyse heeft enkele interessante aspecten van de betonindustrie aan het licht gebracht. De beton- en cementsectoren blijken zeer conservatief van aard te zijn en kunnen worden gekenmerkt als gesloten en niet-transparant. Ondernemersinitiatieven, zoals SC, kunnen zich daarom slechtzaam ontwikkelen en het is moeilijk om een plaats in de industrie te verwerven. Door initiatieven zoals C2CA en Green Deal slaagt men er wel in om samenwerking tussen de grote spelers in de industrie te stimuleren. Het effect van het inzetten van middelen bij ondernemersactiviteiten is bovendien beperkt, omdat veel van deze middelen zijn gericht op projecten om alternatieven te vinden voor cement in plaats van zich te richten op het recyclen van betonafval en het sluiten van de kringloop. Op dit moment heeft het gebrek aan marktvorming een negatieve invloed op ondernemersactiviteiten en op het inzetten van middelen. De regering kan dit echter veranderen, omdat haar bouwprojecten verantwoordelijk zijn voor bijna de helft van de vraag naar beton in Nederland. Een striktere tenuitvoerlegging van het regeringsbeleid inzake duurzame aanbestedingen zou een doorslaggevende factor kunnen zijn om een markt voor gerecycled beton te creëren.

Door de belangrijkste bevindingen uit de analyses van milieu, technologie, economie en sociale stelsels samen te brengen, kan een ontwikkelingstraject naar de gewenste toekomst met 100% gerecycled beton tegen 2050 worden opgesteld in een backcasting-opdracht. Dit traject bestaat uit vijf geleidelijke perioden van zeven jaar, met in iedere periode belangrijke markeringsmomenten die leiden naar het uiteindelijke doel. De eerste evaluatie van de huidige en de toekomstige gewenste situatie werd vergeleken met de gedefinieerde duurzaamheidscriteria. Er werd met behulp van een multidisciplinaire benadering een lijst met 19 oplossingen opgesteld, waarbij rekening werd gehouden met de waarschijnlijkheid van uitvoerbaarheid en het effect van de oplossingen. Daarna werden deze oplossingen getoetst aan de hand van verschillende scenario's die staan voor de belangrijke onzekerheden, namelijk economische groei en duurzaamheidsbewustzijn. Met behulp van dit zorgvuldige selectieproces worden drie mogelijke pakketten met oplossingen voorzien waarvoor een traject wordt opgesteld.

Het eerste traject is een combinatie van verschillende oplossingen. Het omvat een geleidelijk creëren van een markt en de verdere ontwikkeling van de C2CA techniek. Het verloop beschrijft een toekomst waarin het regeringsprogramma inzake duurzame aanbestedingen en de prefab-industrie de vraag naar gerecycled beton doen toenemen. Het RBM-label (Recycleerbaarheid Bouwmaterialen) dat voor ieder nieuw te bouwen gebouw in Nederland wordt geïntroduceerd zal de overgang naar een circulaire betoneconomie vereenvoudigen. Dit label geeft de samenstelling aan van de materialen die in het gebouw gebruikt zijn. Hierdoor wordt het voor de eigenaars van het gebouw duidelijk hoeveel winst gemaakt kan worden wanneer deze materialen aan recyclingbedrijven worden verkocht. Bovendien neemt zand en grind korrelopbouw toe, waardoor de hoeveelheid cement die wordt gebruikt in het betonrecept zal afnemen. De belangrijkste oplossing in dit traject is de verdere ontwikkeling van de

C2CA techniek. Er dient veel onderzoek gedaan te worden naar en er dienen veel ontwikkelingsactiviteiten gewijd te worden aan het perfectioneren van de lasertechnologie tegen 2022, het behalen van scheiding van de fijne fracties tegen 2029 en de opschaling van de techniek voor grootschalige toepassing tegen 2036.

Aangezien de perfectionering van de C2CA techniek een onzekere factor is in het bovengenoemde backcasting traject, is ook voorzien in een alternatief. Deze oplossing bestaat ook uit het creëren van een markt door middel van overheidsaanbestedingen en de prefab-industrie, het RBM label en zand en grind korrelopbouw, maar bij deze oplossing wordt ervan uitgegaan dat C2CA er niet in slaagt haar techniek verder te ontwikkelen en dat SC haar plaats in de industrie inneemt. De oplossing voorziet een traject waarbij SC erin slaagt financiering te verkrijgen om haar beweringen inzake de samenstelling en kwaliteit van de uitvoerstromen in 2020 te kunnen waarmaken. In 2029 heeft SC volledig bewezen dat het concept werkt en verkrijgt verdere financiering om de techniek op te schalen. De volgende stap zal zijn het perfectioneren van de SC techniek met lasersensor-technologie, met behulp waarvan het gehalte natte stof van de toevoerstroam kan worden gecontroleerd. In de laatste fase, tegen 2050, wordt de recyclingmethode op grote schaal toegepast door het bouwen van meer productiefaciliteiten.

Voor de derde oplossing is het nodig dat een CO<sub>2</sub>-belasting wordt opgelegd door de EU. Dit soort regelgeving dwingt betonproducenten in Europa om de CO<sub>2</sub>-uitstoot aanzienlijk te verminderen. Als de producenten niet besluiten om hun productiemethoden te wijzigen, kunnen de koolstofbelastingen die zij moeten betalen veel hoger worden dan die van concurrenten, hetgeen een negatief effect zal hebben op hun concurrentiepositie en dit zou zelfs het voortbestaan van hun onderneming in gevaar kunnen brengen. Verwacht wordt daarom dat de cementproducenten zullen overschakelen op het recyclen van cement en zullen investeren in technieken waarmee cement met lage emissies wordt geproduceerd. Op basis van de berekeningen dient in 2050 de CO<sub>2</sub>-belasting 50 euro per ton CO<sub>2</sub>-uitstoot te zijn, teneinde effectief te kunnen zijn. Gezien de negatieve gevolgen die de invoering van de belasting op de economie zal hebben, zal deze echter geleidelijk over de jaren heen worden ingevoerd. Het traject beschrijft dat de CO<sub>2</sub>-belasting om de zeven jaar met 10 euro per ton verhoogd zal worden, te beginnen met 10 euro per ton in 2022.

Elk van de drie voorgestelde trajecten zal de doelstelling van het volledig recyclen van EOL beton in Nederland tegen 2050 kunnen verwezenlijken. Ieder traject heeft echter ook specifieke nadelen. Het eerste traject, de marktcreatie en de verdere ontwikkeling van C2CA, is onzeker vanuit technologisch oogpunt, aangezien C2CA een methode moet zien te vinden om de fijne fracties in het EOL beton te recyclen. Er dient hiernaar veel onderzoek te worden verricht. Het alternatief, de SC, heeft een meer geavanceerde techniek voor wat betreft de scheiding van fijne fracties, maar heeft meer problemen met het vinden van financiering en steun van de kant van de industrie. Deelname aan branchebrede duurzame initiatieven, zoals Green Deal Beton, zou SmartCrusher kunnen helpen met het vinden van geschikte partners met de juiste intenties binnen de beton- en cementindustrie. Tenslotte, hoewel het traject van de CO<sub>2</sub>-belasting op het eerste gezicht een eenvoudig in te voeren oplossing lijkt, heeft dit als nadeel dat het een negatief economisch effect zal hebben en dat het wordt bedreigd door sterk verzet van de kant van de cementindustrie. Niettemin geven volgens de bevindingen van dit rapport de drie beschreven trajecten de beste en meest haalbare weg weer naar volledige recycling van end-of-life beton in het jaar 2050.