

Kritische succesfactoren voor de productie van betongranulaat ten behoefte van circulair beton

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
Datum: 28 april 2022
Rapportnummer: R21-134
Status: Definitief
Auteur: dr. ing. A.J. Sarabèr MSc.

© Sarabèr Consultancy, Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door Sarabèr Consultancy verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

Sarabèr Consultancy is niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

INHOUD

blz.

Samenvatting.....	5
1 Inleiding	7
1.1 Algemeen.....	7
1.2 Doelstelling en uitgangspunten.....	9
2 Duidelijkheid scheppen over circulariteit grondstoffen	10
2.1 Algemeen.....	10
2.2 Problematiek.....	10
2.3 Oplossingsrichtingen.....	11
3 Identificeerbaarheid deelstromen betonpuin	12
3.1 Algemeen.....	12
3.2 Problematiek.....	12
3.3 Oplossingsrichtingen.....	12
4 Circulair slopen	15
4.1 Algemeen.....	15
4.2 Problematiek.....	15
4.3 Oplossingsrichting.....	15
5 Voorschrijven circulair beton	18
5.1 Algemeen.....	18
5.2 Problematiek.....	18
5.3 Oplossingsrichting.....	18
6 Implementatie beleid Zeer zorgwekkende stoffen	20
6.1 Algemeen.....	20
6.2 Problematiek.....	20
6.3 Oplossingsrichting.....	21
7 Financiële haalbaarheid.....	22
7.1 Algemeen.....	22
7.2 Problematiek.....	22
7.3 Oplossingsrichting.....	23
8 Evaluatie	25

9 Conclusies en aanbevelingen.....	27
Referenties	28
Bijlage A Voorstel ontwikkeling Beoordeling ZZS in Bouw- en slooppuin.....	29

SAMENVATTING

Het streven van de Nederlandse overheid is dat in 2050 de Nederlandse economie volledig circulair is. Men heeft daarom het Rijksbrede Programma Circulaire Economie ontwikkeld. Het voornemen van Rijkswaterstaat is om al in 2030 volledig circulair te werken. Aangezien beton een onmisbaar bouw materiaal is in de civiele techniek en in de utiliteitsbouw, betekent dit dat ook beton in toenemende mate circulair zal moeten worden¹.

In het ontwikkelings traject voor de CROW-CUR Richtlijn 2 *Beoordelingssystematiek grondstoffen op geschiktheid voor circulair beton* is naar voren gekomen dat de recyclingbranche zich zorgen maakt hoe om te gaan met enerzijds nieuwe grondstoffen, die al dan niet circulair zijn en anderzijds betongranulaat te leveren op kwaliteitsspecificaties en met garantie op ontbreken van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). BRBS Recycling heeft deze zorgen op verzoek van Rijkswaterstaat gedocumenteerd en mondeling toegelicht. Op verzoek van Rijkswaterstaat heeft Sarabèr Consultancy vervolgens deze zorgen beschreven als zijnde kritische succesfactoren voor de implementatie van circulair beton. Naast de informatie van BRBS Recycling is deze beschrijving mede gebaseerd op telefonische interviews met partijen uit en rond de recyclingbranche en op bureaustudie.

Navolgend zijn deze kritische succesfactoren opgesomd, met daarbij aanbevelingen op welke wijze deze factoren kunnen worden ingevuld:

- Duidelijkheid te scheppen omtrent de circulariteit van grondstoffen voor beton. De nieuwe CROW CUR richtlijn 2: 2021 verschaft meer duidelijkheid, maar is nog niet dwingend en niet-steenachtige materialen vallen buiten de scope. Aanbevolen wordt ook niet-steenachtige materialen op te nemen in de richtlijn en de methodiek binnen afzienbare tijd een onderdeel te laten worden van de certificeringsregelingen.
- De identificeerbaarheid van beton(puin) en deelstromen. Identificeerbaarheid is voor zowel sloopaannemer als verwerker van belang om deze optimaal te kunnen verwerken in relatie tot circulariteit. Visueel is het moeilijk en omslachtig onderscheid te maken tussen beton met verschillende bindmiddelsystemen en verschillende toeslagmaterialen. De identificeerbaarheid kan mogelijk verbeterd worden door de introductie van het materialenpaspoort, de ontwikkeling van snelle screeningmethoden en uitgebreidere etikettering van specifieke prefab betonproducten.
- De verdere implementatie van circulair slopen, waardoor het bouw- en slooppuin meer in gescheiden deelstromen (zuiver betonpuin) aangeleverd wordt. Dit kan bereikt worden door frequenter en consistent voorschrijven, het gericht uitvragen van circulair slopen en het circulair slopen financieel aantrekkelijker te maken.
- Voorschrijven van circulair beton om meer vraag te creëren als onderdeel van een pull strategie. Dit kan bevorderd worden door bijvoorbeeld aanvulling op de MKI systematiek maar ook door invoeren van economische stimulans.
- Implementatie beleid rond ZZS. Het betreft hierbij met name de beoordeling van ZZS in grondstoffen, de identificeerbaarheid van ZZS en consistente interpretatie van beleid door handhavers. Aanbevolen wordt voor ZZS in bouw- en sloopafval een protocol te ontwikkelen. Dit kan onderdeel worden van de BRL 2506 en daarmee een onderdeel van de certificering. Alternatief is dat e.e.a. onderdeel wordt

¹ Het hergebruik van bouw- en sloopafval uit de B&U gebeurt al op grote schaal (>95%), al gaat het vaak niet om hergebruik op minimaal hetzelfde niveau, maar om bijvoorbeeld het verwerken van bouwpuin tot granulaat dat als funderingsmateriaal wordt gebruikt in de GWW. In de GWW wordt het materiaal vervolgens voor het overgrote deel op hetzelfde niveau hergebruikt; na één levenscyclus van een weg is dit puin herbruikbaar in andere wegprojecten (Rijksbrede programma Nederland circulair in 2050).

van de vergunningsvoorwaarden, waardoor elk bedrijf hier aan moet deelnemen. Ook wordt aanbevolen ZZS-beoordeling een onderdeel te laten worden bij de beoordelingssystematiek van grondstoffen (Denk aan nieuwe CROW-CUR Aanbevelingen).

- Verbetering van de financiële haalbaarheid van het produceren van meer betongranulaat. De overschakeling van primair toeslagmateriaal in beton naar betongranulaat zal alleen plaats vinden wanneer sloopaannemer, recyclebedrijf én afnemer ten eerste hun extra kosten gecompenseerd zien en ten tweede ook een financieel voordeel hebben.

I INLEIDING

I.1 Algemeen

Het streven van de Nederlandse overheid is dat in 2050 de Nederlandse economie volledig circulair is. Men heeft daarom het Rijksbrede Programma Circulaire Economie ontwikkeld. Het voornemen van Rijkswaterstaat is om al in 2030 volledig circulair te werken. Ook opdrachtgevers als Prorail en Rijksvastgoedbedrijf hebben ambities op dit gebied. 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 (definitie gehanteerd door Team CBE).

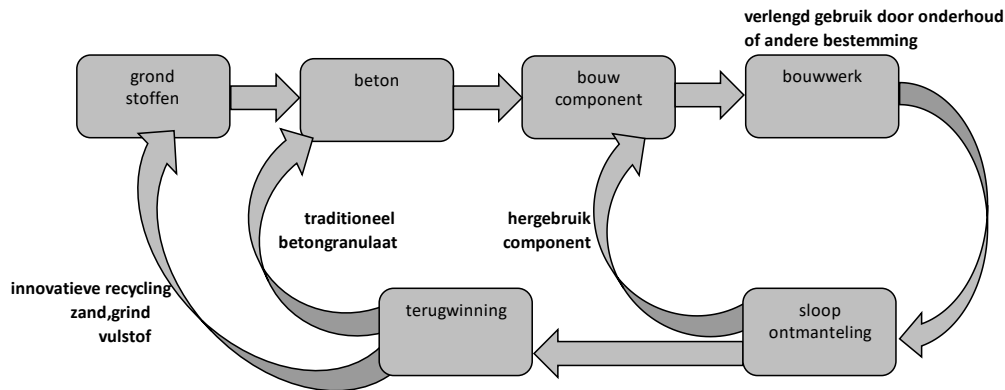
Aangezien beton een onmisbaar bouw materiaal is in de civiele techniek en in de utiliteitsbouw, betekent dit dat ook beton in toenemende mate circulair (hoogwaardiger) dient te worden. Het Betonakkoord geeft hier invulling aan door te stellen dat:

- 100% hoogwaardig hergebruik van het vrijkomende beton (grondstoffen, elementen, componenten), waarbij er transparantie is over de herkomst en samenstelling van het beton dat gerecycled wordt ten behoeve van de kwaliteit voor toekomstig hergebruik en waarbij aansluiting gezocht wordt bij erkende keurmerken en transparante meetmethoden.
- 100% van al de betonreststromen in 2030 toegepast wordt op een wijze dat het blijvend toegepast kan worden in nieuw beton, m.a.w. dat door toepassing geen vervuiling e.d. optreedt die toekomstig hergebruik in de weg staat.
- 100% terugname door de betonketen van al de vrijkomende betonreststromen per 2030.

De betoncyclus (zie figuur 1) onderscheidt zich van de cycli van andere materialen als staal, glas en textiel doordat de omlooptijd voor één cyclus aanzienlijk langer is. Daarnaast is de vrijkomende stroom betonpuin veelal vermengd met andere materialen die niet altijd eenvoudig van elkaar te scheiden zijn (zoals metselwerk of een stuclaag op het beton). De terugwinning van de grondstoffen voor beton is een proces dat allerlei stappen bevat om te komen van een vracht puin tot het product betongranulaat² dat algemeen toepasbaar is in beton. In geval van de traditionele opwerking beperkt dit zich tot fijn en grof betongranulaat. In het geval van innovatieve technieken (als ADR en Smart Liberator) worden zand en grind geproduceerd met daarnaast een fijnkorrelige cementsteenfractie.

Het hergebruik van bouw- en slooppuin gebeurt al op grote schaal (>95%), al gaat het vaak niet om hergebruik op minimaal hetzelfde niveau, maar om bijvoorbeeld het verwerken tot granulaat dat als funderingsmateriaal wordt gebruikt in de GWV (menggranulaat). In de GWV wordt het materiaal vervolgens voor het overgrote deel op hetzelfde niveau hergebruikt; na één levenscyclus van een weg is dit puin herbruikbaar in andere wegprojecten (Rijksbrede programma Nederland circulair in 2050). Het hergebruik als funderingsmateriaal valt verder buiten de scope van dit rapport.

² indien over betongranulaat gesproken wordt, wordt dit in de breedste zin bedoeld: dus traditioneel en zogenaamd innovatief gebroken, fijn en grof betongranulaat, en vrijgemaakte cementsteenfractie.



Figuur 1 De betoncyclus met recycling op diverse niveaus

Men dient zich te realiseren dat al het aangeboden betonpuin, dat terecht komt in de fundering van wegen decennia niet beschikbaar is voor opwerking tot betongranulaat voor de toepassing in beton. Wil men de geformuleerde doelstellingen op het gebied van circulair beton bereiken, dan zal er een aanzienlijke aanpassing in de recycling van betonpuin moeten plaatsvinden. Dit zal gevolgen hebben voor de rol van de diverse actoren in de cyclus. Immers, niet alleen materiaalkundige factoren zijn van belang, maar ook organisatorisch, procedurele, economische en marktfactoren. Om aan de doelstellingen van circulariteit en het Betonakkoord te kunnen voldoen zullen sloopaannemers en recyclebedrijven waar mogelijk nog selectiever te werk moeten gaan. In het ongunstigste geval zal binnen de stroom betonpuin mogelijk ook nog onderscheid gemaakt moeten worden tussen materialen te breken met traditionele dan wel met innovatieve breektechnieken. Deze extra handelingen brengen extra kosten met zich mee, die de business case voor circulair beton bemoeilijken.

In het ontwikkelingstraject voor de CROW-CUR Richtlijn 2 *Beoordelingssystematiek grondstoffen op geschiktheid voor circulair beton* is naar voren gekomen dat de recyclingbranche zich zorgen maakt hoe om te gaan met enerzijds nieuwe grondstoffen, die al dan niet circulair zijn, en anderzijds de acceptatie van dit betongranulaat en het leveren op kwaliteitsspecificaties, waar onder de garantie op ontbreken van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). BRBS Recycling heeft deze zorgen op verzoek van Rijkswaterstaat gedocumenteerd (BRBS Recycling, 2021) en mondeling toegelicht.

Rijkswaterstaat heeft vervolgens aan Sarabèr Consultancy gevraagd deze zorgen te beschrijven als zijnde kritische succesfactoren voor de implementatie van circulair beton. Onderhavig rapport beschrijft deze factoren, geeft daarbij de onderliggende problematieken weer en de mogelijke oplossingsrichtingen.

I.2 Doelstelling en uitgangspunten

Doelstelling van deze studie is het beschrijven van de kritische succesfactoren waar onder de recyclingsector in staat is het in te nemen bouw- en slooppuin op te werken tot grondstoffen voor de productie van circulair beton en daarnaast het aangeven van oplossingsrichtingen voor deze kritische succesfactoren.

Er is uitgegaan van de door BRBS Recycling aangegeven kritische succesfactoren (BRBS, 2021). Er is geen eigen inventarisatie uitgevoerd om de volledigheid hiervan te toetsen. Het betreffen factoren om vanuit de huidige situatie naar de situatie te gaan waarin beton circulair is. De positie en de rol van de recyclingbranche staat daarbij in dit project centraal. Ook is meegenomen wat de inzet van nieuwe grondstoffen voor beton voor het heden betekent.

De volgende kritische succesfactoren zijn in dit rapport uitgewerkt:

- duidelijkheid scheppen over circulariteit van grondstoffen voor beton (hoofdstuk 2)
- identificeerbaarheid deelstromen betonpuin (hoofdstuk 3)
- circulair slopen (hoofdstuk 4)
- voorschrijven circulair beton (hoofdstuk 5)
- implementatie beleid Zeer Zorgwekkende Stoffen (hoofdstuk 6)
- financiële haalbaarheid (hoofdstuk 7).

Daar waar mogelijk zijn de beschrijvingen geobjectiveerd. In die gevallen waar dit niet mogelijk was binnen het kader van deze (beperkte) studie blijkt dit uit de referenties. Informatie is ingewonnen bij andere partijen en een concept versie van het rapport is ter commentaar voorgelegd aan het Betonhuis, BRBS Recycling, RWS en aan VERAS (branchevereniging voor sloopaannemers en asbestverwijderingsbedrijven) en waar opportuun is dit commentaar verwerkt in de voorliggende definitieve versie.

2 DUIDELIJKHEID SCHEPPEN OVER CIRCULARITEIT GRONDSTOFFEN

2.1 Algemeen

Circulariteit is een term die niet alleen technische maar ook commerciële waarde heeft. Het is daarom belangrijk dat duidelijkheid bestaat wat de betonsector onder een circulaire grondstof voor beton verstaat. De ontwikkelde CROW-CUR Richtlijn 2: 2021 is hiervoor een belangrijke stap voorwaarts, waarmee in 2022 ervaring opgedaan kan worden. De verwachting is dat het rapport breed opgepakt wordt. Uiteindelijk betekent dit dat niet-circulaire grondstoffen uit de keten geweerd kunnen worden. Grondstoffen worden circulair beschouwd wanneer er weer beton mee vervaardigd kan worden, dat toepasbaar is in veel voorkomende (maar niet alle) toepassingen (zie definitie in de richtlijn).

Onder voorwaarden kunnen grondstoffen circulair zijn doordat het ermee vervaardigde beton een eigen gescheiden cyclus krijgt. Bijvoorbeeld omdat deze niet compatibel zijn met beton met een op portlandklinker gebaseerd bindmiddel of samengesteld zijn met een alternatief bindmiddel, zoals (elementair) zwavel.

Grondstoffen kunnen niet circulair zijn door bijvoorbeeld de aanwezigheid van te hoge concentraties aan zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) of aan stoffen die de duurzaamheid van het beton in tweede en verdere leven verminderen (zoals alkaliën, chloriden en sulfaten).

Hoe om te gaan met circulaire en niet-circulaire grondstoffen is vooral een fenomeen waar de betonindustrie nu mee aan de slag moet gaan om toekomstige problemen te voorkomen.

Opgemerkt wordt dat: de richtlijn vooral gericht is op de materiaalkundige aspecten van een circulaire grondstof voor beton. terwijl de zorgen van de recyclingsector (BRBS Recycling) zich ook in rand voorwaardelijke aspecten liggen. Het grootschalig produceren van betongranulaat voor circulair beton dient ook praktisch uitvoerbaar (technisch, organisatorisch) en financieel haalbaar te zijn.

Belangrijke actoren in relatie tot deze kritische succesfactor zijn met name: organisaties die regelgeving ontwikkelen (bijvoorbeeld CROW) of kunnen stimuleren (Betonhuis, Bouwend Nederland) en certificerende instanties.

2.2 Problematiek

Duidelijkheid naar en in de markt

De richtlijn heeft nog geen dwingende werking en een ieder kan er vrij mee aan de slag gaan. Ook bevat de systematiek nog de nodige vrijheid qua concrete invulling (bijvoorbeeld te onderzoeken monsters).

Niet-steenachtige materialen vallen buiten werkingsfeer

De scope van de Richtlijn blijft beperkt tot steenachtige materialen. De richtlijn kan dus niet gebruikt worden voor uitspraken over de circulariteit van (staal)vezels en nieuwe organische grondstoffen als olifantsgras, en gechopte windturbinebladen (zie ook <https://biobound.nl/duurzaam-beton-onder-de-zon/>).

Balans in beoordeling

Er moet een goede balans gevonden worden in de beoordeling van grondstoffen voor beton. Een te stringente benadering remt de ontwikkeling van circulair beton, maar een te ruime benadering schept risico's voor maatschappij, milieu en ondernemer in de betonindustrie.

2.3 Oplossingsrichtingen

Ervaringen verzamelen met CROW-CUR richtlijn 2:2021

Komend jaar worden ervaringen opgedaan met de beoordelingssystematiek. Ervaring met de richtlijn zal waarschijnlijk vooral worden opgedaan zodra er een CROW-CUR Aanbeveling voor een nieuwe grondstof wordt ontwikkeld. Er is echter nog geen project gestart waarbinnen implementatie gevolgd wordt en de opgedane ervaringen verzameld worden. CROW kan hier in een faciliterende rol spelen, maar dit betekent wel een nieuw project (CROW, 2021).

Certificeringsregeling opzetten

Het is de intentie dat de Richtlijn uiteindelijk een Aanbeveling wordt of als basis dient voor nieuwe grondstof gerichte Aanbevelingen. De Aanbeveling kan ook als basis dienen om opgenomen te worden in bestaande beoordelingsrichtlijnen (BRL's) dan wel als basis voor een nieuwe beoordelingsrichtlijn. Vervolgens kunnen certificeringsregelingen aangepast worden dan wel nieuwe regelingen van start gaan.

Opgemerkt wordt dat een BRL privaatrechtelijke regelgeving betreft. Er worden materialen in een deel van de betonmarkt toegepast zonder KOMO certificaat (maar met een CE keurmerk). Dit wordt niet ondervangen in de voorgestelde systematiek.

Uitbreiden scope CROW-CUR richtlijn 2:2021

In de huidige scope zijn niet-steenachtige materialen uitgesloten. Daarnaast zijn er traditionele vezels op de markt, waarvoor met de huidige richtlijn geen beoordeling mogelijk is. Gezien de initiatieven rond nieuwe niet-steenachtige grondstoffen verdient het aanbeveling de CROW CUR richtlijn 2:2021 hiervoor uit te breiden. Een dergelijke uitbreiding van de scope is nadrukkelijk geen oordeel over de wel/niet toepasbaarheid van deze grondstoffen in beton.

3 IDENTIFICEERBAARHEID DEELSTROMEN BETONPUIN

3.1 Algemeen

Het aanbieden van puin voor recycling gebeurt per vrachtwagen (hoofdzakelijk) of per container. Bij inname wordt het materiaal visueel beoordeeld op verontreinigingen en samenstelling. De identificeerbaarheid van (beton)puin en deelstromen is voor zowel sloopaannemer als verwerker van belang om de vrijkomende materialen en materiaalstromen optimaal te kunnen verwerken in relatie tot circulariteit. Identificatie is daarom een voorwaarde om niet-circulair beton(puin) gescheiden te kunnen houden bij sloop en aan de poort van de verwerker. Voor materialen die uit sloop vrijkomen is identificeerbaarheid vooral een probleem dat zich in de toekomst manifesteert (Veras, 2022). Voor aangeboden productie-afval speelt dit nu al op beperkte schaal (BRBS Recycling, 2022).

Belangrijke actoren in relatie tot deze kritische succesfactor zijn met name: recyclingbedrijven, producenten van prefab beton, sloopaannemers, kennisinstellingen en adviesbureaus.

3.2 Problematiek

Identificeerbaarheid deelstromen

Betonpuin is in veel gevallen grijs en stoffig en er is ook geen visueel onderscheid te maken tussen bindmiddelen op basis van Portlandklinker, zwavel en geopolymer. Verschillende toeslagmaterialen, zoals AEC-granulaat, zijn eveneens moeilijk herkenbaar.

Vermenging kan ongewild optreden door gebrek aan kennis of het überhaupt niet herkennen van de niet-circulaire grondstof. Dit wordt versterkt doordat de meeste constructies pas na jaren gebruik worden gesloopt, waarbij informatie over de toegepaste materialen en producten verloren gaat. Een negatieve beoordeling van de circulariteit van een grondstof in beton, kan leiden tot ongewenst gedrag bij de ondoener (zoals wegmengen), wanneer de kosten voor verwerking van het betonpuin, dat deze grondstof bevat, toenemen. Het is daarom voor de ontvangende partij noodzakelijk om direct bij de poort, of beter nog vóór de sloop, op snelle en doeltreffende wijze deze materialen te herkennen.

3.3 Oplossingsrichtingen

Bevorderen circulair slopen in projecten

Op de sloopplaats (projectlocatie) kan al onderscheid gemaakt worden in verschillende steenachtige deelstromen. De deelstromen zijn immers veelal gekoppeld aan componenten in het gebouw (een muur of vloer). Dus sturen op gescheiden houden van het betonpuin van de andere steenachtige bouwmaterialen die verwijderd worden bij de sloop of ontmanteling. De grondstofgedachte dient eigenlijk al bij het te slopen object te beginnen (zie verder ook hoofdstuk 4). De vraag is wel in hoeverre dit een sluitende oplossing biedt vanwege de mogelijke aanwezigheid van minder makkelijk herkenbare niet-circulaire stoffen in het betonpuin.

Introductie materialenpaspoort

Het materialenpaspoort bevat informatie over het soort materiaal, de hoeveelheden, de wijze van montage en de locatie van objecten (Rijkswaterstaat, 2020). Ook kunnen aanpassingen aan het object tijdens de gebruiksfase daarmee worden geregistreerd. Bovendien kan informatie over kwaliteit en (financiële) waarde gekoppeld worden aan bijvoorbeeld componenten in het object. Op deze wijze kan aan het einde van de levensduur van een gebouw beter/eenvoudiger beoordeeld worden hoe te slopen/demonteren. Voorafgaand aan een mogelijk wettelijke verplichting van een materialenpaspoort, heeft het Transitieteam Circulaire Bouweconomie de minister geadviseerd meer onderzoek te laten doen en om praktijkproeven uit te voeren. Verwacht wordt dat in 2022 een beleidsvoorstel aan de Tweede Kamer wordt voorgelegd. Over de bijdrage van het materialenpaspoort bestaan verschillende opvattingen. Sommigen verwachten geen grote bijdrage (BRBS Recycling); andere partijen (RVWS) zien juist in het materialenpaspoort een goed hulpmiddel om bijvoorbeeld beton met nieuwe bindmiddelen gescheiden te kunnen houden bij sloop en verwerking

Ontwikkeling snelle screeningsmethoden

Bij de beoordeling van asfaltpuin wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde PAK-marker, zodat snel teerhoudend van niet-teerhoudend asfalt gescheiden kan worden. Mogelijk kan dit als voorbeeld dienen voor beton(puin).

Op gebied van bindmiddelen zijn er enkele nieuwe bindmiddelen in opmars namelijk zwavel en geopolymeren. Deze laatste is met name ingegeven door het streven naar verdere verduurzaming van beton. Daarnaast zijn er hybride bindmiddelsystemen bestaande uit portlandcement met slak en geopolymeren (<https://www.cementonline.nl/hybride-variant-op-geopolymeerbeton-bespaart-veel-co2>). Beton met deze bindmiddelen ziet er grijs uit en is niet visueel herkenbaar aan de poort. Zwavelbeton zou door een chemische reactie (oxidator) of verhitting herkend kunnen worden en geopolymeerbeton mogelijk door pH-indicator (indien blijkt dat het gewenst is om deze een aparte cyclus te laten hebben). Dit hangt echter ook af van het type geopolymer. Het bedrijf SCS (Smart Concrete Solutions) geeft aan momenteel te werken aan een dergelijke test (SCS, 2021). In hoeverre geopolymer beton separaat gehouden moet worden van beton gebaseerd op portlandklinker is echter nog maar de vraag. Screening van het beton bij de poort van de verwerker op gebruikte toeslagmaterialen kan visueel worden uitgevoerd op breukvlakken. De vraag is wel in hoeverre dit praktisch uitvoerbaar wordt.

Uitbreiding etikettering prefab beton

Voor consumentenproducten is het vrij gebruikelijk om via het etiket aan te geven hoe een consument zijn of haar product moet aanbieden voor recycling. Het etiketteren van betonproducten zal in sommige gevallen mogelijk zijn (bijvoorbeeld spoorliggers van zwavelbeton, zie figuur 2).

Bedacht dient te worden dat etikettering informatie verschaft over de samenstelling van het beton, maar niet over de hoedanigheid van het beton ten tijde van de sloop/verwijdering (denk aan degradatie als gevolg van blootstelling).



Figuur 2 Voorbeeld etikettering betonnen dwarsligger (zwavelbeton) Bron: <https://www.thiotube.com>

4 CIRCULAIR SLOPEN

4.1 Algemeen

Bij het slopen van gebouwen en objecten komt een scala aan materialen vrij. Een aantal materialen wordt al separaat gehouden vanuit financiële overwegingen, denk aan metalen en dakpannen. De stroom puin wordt bij sloop in het algemeen wel apart gehouden en moet ook apart worden gehouden volgens het Bouwbesluit. Dit kan als *gezamenlijk steenachtig* aangeboden (bijvoorbeeld beton met metselwerk). Het betonpuin kan in meer of mindere mate vermengd zijn met restpuin of aangehecht materiaal in de vorm van stucwerk, coatings, gietvloeren etc. Ook komt beton vrij waarvan de sloopaannemer in sommige gevallen niet op de hoogte is dat het mogelijk een niet-circulaire grondstof betreft (denk aan zandcement, cellenbeton, immobilisaten). Aangevoerd zuiver betonpuin wordt door de verwerker financieel aantrekkelijker gewaardeerd dan van gemengd puin, waardoor de sloopaannemer motivatie heeft dit te scheiden (BRBS Recycling, 2022).

Belangrijke actoren in relatie tot deze kritische succesfactor zijn met name: sloopaannemers, opdrachtgevers voor sloop van gebouwen en constructies en recyclingbedrijven.

4.2 Problematiek

Indien een verwerker inzet op het produceren van circulair betongranulaat, betekent dit dat hij technisch in staat moet zijn deze stroom separaat op te werken. Indien materiaal te veel vermengd of onherkenbaar wordt aangeboden wordt dit een technisch complexe opgave. Aangeboden betonpuin, dat niet-circulaire grondstoffen bevat, of betonpuin met een eigen cyclus zal gescheiden gehouden dienen te worden gedurende inname, bewerking, opslag en afzet. De sloopaannemer zal daarom meer handelingen moeten verrichten om het voldoende gescheiden en daarmee voldoende zuiver aan te leveren. Ook hier speelt herkenbaarheid van deelstromen en verontreinigingen op de slooplocatie een cruciale rol.

4.3 Oplossingsrichting

Voorschrijven circulair slopen

Doel van circulair slopen is de vrijkomende materialen:

- als bouwproducten of productonderdelen direct her te gebruiken of
- tot kwalitatief hoogwaardige secundaire grondstoffen te laten recycleren door gekwalificeerde sorteeren en recyclingbedrijven (Bouwcirculair, 2021a).

Het circulair slopen kan gevolgd worden door mobiel breken ter plaatse of door vast breken bij een recyclebedrijf. Er worden in de wetgeving verschillende eisen aan beide breekactiviteiten gesteld. Het verschillende karakter van de activiteiten (tijdelijk/permanent) werkt dit ook in de hand. Een adequate uitvraag van circulair slopen en recycleren, met aandacht voor milieuaspecten vormt een goed startpunt om deze activiteiten performance-based te laten uitvoeren door een mobiele of vaste breker, dan wel in combinatie.

Door in het bestek eisen op te nemen voor het circulair slopen, het aanbieden van de vrijkomende materialen en de circulaire verwerking ervan, wordt de kwaliteit van het aangeboden betonpuin verbeterd. Op deze wijze kan uit dit betonpuin eenvoudiger circulair betongranulaat geproduceerd worden. Voor het circulair slopen is

een protocol opgesteld (Protocol Bouwprojecten Circulair Slopen '(deel)producten en materialen'). Deze kan via het netwerk BouwCirculair worden verkregen. In deze aanpak wordt een gebouw op 18 materiaalstromen geïnventariseerd (zie kader). De inventarisatie wordt volgens een BRL (SVMS, 2017) uitgevoerd en bevat materialen, hoeveelheden en de verwachte afzet. Beton is een aparte stroom en voor de verwerking en afzet van het geproduceerde betongranulaat dient gebruik gemaakt te worden van een verwerker die over een certificaat conform BRL 2506 deel I Recyclinggranulaten voor toepassing als toeslagmateriaal in beton (Stichting Kwaliteitsborging Recyclinggranulaten, 2019) beschikt. Het protocol gaat er niet expliciet vanuit dat het gehele betonpuin weer voor beton gebruikt zal worden, maar laat de hoeveelheid materiaal tellen die weer in eigen materiaal gebruikt wordt (betonpuin na opwerking, als betongranulaat in beton). Gebruik in bijvoorbeeld de wegebouw valt buiten de scope.

Als suggestie wordt ook genoemd om het circulair slopen te laten controleren door een Regisseur Duurzaamheid en Circulariteit (Rutte Groep, 2022), met een systematiek die al gehanteerd wordt voor SROI (Social Return of investment; zie www.sroi.nl): er wordt een minimumpercentage voorgeschreven. Per project wordt inzichtelijk gemaakt hoe de afhandeling loopt en dit wordt vervolgens gecontroleerd. Bij niet-naleving worden boetes gehanteerd.

In het algemeen verdient het aanbeveling de prestaties van het circulair slopen en verwerken, op basis waarvan gunning heeft plaatsgevonden, te laten controleren tijdens de uitvoering. Belangrijk is in ieder geval dat dit onafhankelijk en op transparante wijze geborgd wordt.

Uitbreiden huidige acceptatierichtlijnen

Naar de mening van de sloopaannemers zijn de huidige acceptatierichtlijnen van de recyclebedrijven over het algemeen nog niet dermate selectief, dat duidelijk is wat gewenst is om materiaal aan te bieden waaruit hoogwaardig betongranulaat geproduceerd kan worden (VERAS, 2022).

Frequenter en consistente uitvraag van circulair slopen

Circulair slopen wordt momenteel slechts nog mondjesmaat toegepast, maar het neemt wel toe. Toepassingen zijn vooral op gemeentelijk niveau voor eigen gebouwen (zoals een sporthal of een zwembad). Het wordt momenteel echter nauwelijks nog toegepast in de GWW ((Bouwcirculair, 2021b). Ook onder de woningbouwcorporaties is het nog geen gemeengoed. Overigens dient de uitvraag van circulair slopen natuurlijk wel vergezeld te gaan van het voorschrijven van circulair beton in nieuwbouwprojecten om de cirkel rond te maken.

Financieel aantrekkelijker maken van circulair slopen

VERAS stelt dat de slooonaannemer met voldoende tijd en inspanning een kwalitatief hoogwaardig materiaal kan aanleveren (VERAS, 2022). Het verschil in tariefstelling (acceptatietarief) tussen betonpuin en gemengd puin is echter relatief zeer beperkt (ca 3 euro/ton) voor het dekken van de extra inspanning die geleverd moet worden om stromen gescheiden aan te leveren. Zie verder ook hoofdstuk 7.

1. Beton, Betonnen elementen/onderdelen
2. Metselwerk
3. Asfaltpuin, Asfaltpuin teerhoudend (TAG)
4. Mengpuin
5. Kalkzandsteen
6. Gipshoudend materiaal
7. Gasbeton
8. A-hout
9. B- hout
10. C-Hout
11. Non-ferromagnetische metalen (Aluminium, Koper, Lood, Zink, Brons, Messing, Tin)
12. Ferromagnetische metalen (Ijzer, staal)
13. Glas
14. Vloerbedekking nylon (PA), zeil (PVC)
15. Isolatiemateriaal Steenwol, Glaswol, Polystyreen (PS), Polyurethaan (PUR)
16. Dakbedekking bitumineus
17. Dakbedekking teerhoudend
18. Gemengd bouw- en sloopafval

5 VOORSCHRIJVEN CIRCULAIR BETON

5.1 Algemeen

In de marketing van producten en diensten hanteert men de *push and pull strategie*. In zekere zin geldt dit ook voor circulair betongranulaat. De push is dat vanuit opdrachtgever aan de sloopaannemer gevraagd wordt om betonpuin circulair te laten slopen en het vrijkomend materiaal dusdanig op te laten werken dat het toe te passen is als een circulaire grondstof. De 'pull' is dat de betonindustrie en haar opdrachtgevers vragen betongranulaat in het beton toe te passen. De drijvende kracht achter deze vraag kan tot stand komen doordat de betonindustrie zich verplicht of verplicht wordt vanuit de opdrachtgever (de aannemer of de bouwheer) en/of door een economisch kader te creëren dat als vanzelf de juiste beweging maakt. Denk daarbij aan heffingen, belasting op primaire grondstoffen, BTW voordelen, etc.

Opmerking: bij traditioneel breken heeft het vrijkomende product bij toepassing als funderingsmateriaal het voordeel van de hydraulische werking waardoor het een wegfundering extra draagvermogen verschaft. Bij het innovatief breken waarbij zand, grind en cementsteen gescheiden vrij komen valt dit voordeel weg en zal dit daarmee een stimulans vormen voor het toepassen van de vrijkomende grondstoffen in beton.

Belangrijke actoren in relatie tot deze kritische succesfactor zijn met name: opdrachtgevers voor de bouw, betonproducenten en de landelijke overheid.

5.2 Problematiek

Onvoldoende vraag

Er bestaat volgens BRBS Recycling nog geen grote vraag vanuit de betonindustrie naar betongranulaat. Slechts een deel van de Betonproducenten (betonmortel en prefab) heeft het Betonakkoord ondertekend, waarin men zich verplicht in 2030 100% van de betonreststromen duurzaam in te zetten. Aan de andere kant heeft een behoorlijk deel van de sector zich wel aangesloten bij het CSC-keurmerk dat ook inzet op het meer gebruiken van secundaire grondstoffen. Echter, er zijn geen minimum percentages in de gehanteerde criteria opgenomen (CSC, 2021).

5.3 Oplossingsrichting

Ontwikkeling pull-strategie t.a.v. betonsamenstelling

Voor bouwprojecten kan op projectbasis door opdrachtgevers een minimaal percentage gewenste secundaire toeslagstoffen (recycle content) worden voorgeschreven (Betonakkoord, 2021), met respect voor toepassingen waarin dit een te hoog risico zou zijn. Zo heeft Rijkswaterstaat in haar rol als opdrachtgever een eerste stap gezet door in RTD 1033 (Rijkswaterstaat Technisch Document 1033 Verduurzaming Beton) een verplicht gemiddeld minimum percentage 'betonreststromen' (5% v/v) op projectniveau voor te schrijven (RWS, 2022).

Er is ook een zogenaamd moederbestek ontwikkeld, dat aansluit op de RAW-systematiek (versie 4.1 d.d. 16 juni 2021). Zie www.moederbestek.nl. Dit bestek richt zich echter op beton en betonnen producten voor toepassing in de wegenbouw. Het bestek verwijst naar productbladen, waarin een minimaal vervangingspercentage toeslagmateriaal is aangegeven en tevens een maximale MKI-waarde.

Ontwikkelen werkwijze voor betonnen componenten

Het is nuttig een werkwijze te ontwikkelen om hergebruik van betonnen elementen of uitgezaagde componenten op element/componentniveau mogelijk te maken (Betonakkoord, 2021).

Aanvulling op de MKI systematiek

Door de opzet van de MKI-systematiek is het niet per definitie dat een betonsamenstelling met circulaire en secundaire grondstoffen beter scoort dan een betonsamenstelling met primaire grondstoffen. Er zal daarom op dit vlak een extra stimulans nodig zijn. Als voorbeelden daarvan worden genoemd (Betonakkoord, 2021):

- Een forfaitaire regeling naast de MKI.
- De circulariteitsindex.
- Bonus/malus regeling bovenop de MKI, gebaseerd op de mate van circulariteit. Bijvoorbeeld op basis van het aantal kg/m³ toegepaste circulaire en secundaire grondstoffen (die zich reeds in 2^e of verdere generatie hergebruik bevinden).

Economische stimulans creëren

Belangrijk is het om een economisch kader te creëren zodat het voorschrijven van circulair beton als vanzelf gemeengoed wordt. Denk daarbij aan het invoeren van heffingen, belasting op primaire grondstoffen, BTW voordelen, etc.

6 IMPLEMENTATIE BELEID ZEER ZORGWEKKENDE STOFFEN

6.1 Algemeen

Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) worden gezien als de meest gevaarlijke stoffen voor mens en milieu. Het beleid is deze stoffen daarom met voorrang aan te pakken. Het streven is om ZZS uit de leefomgeving te weren. Het beleid is erop gericht om deze stoffen uit te faseren waar mogelijk en te vervangen door minder gevaarlijke stoffen of technieken (www.infomil.nl). ZZS komen voor in verschillende regelgeving en verdragen. Met name zijn dit de REACH-verordening, het OSPAR-verdrag, de Kaderrichtlijn water en de POP-verordening. Het RIVM heeft deze gebundeld tot één lijst (zie <https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/Zeer-Zorgwekkende-Stoffen/ZZS-in-mengels>). Over het algemeen geldt een concentratiegrens van 0,1 gewichtsprocent (g/g). Een mengsel dat een ZZS bevat in een concentratie van 0,1% of meer, geldt dus zelf ook als ZZS. Voor sommige stoffen gelden lagere grenswaarden. Daarnaast gelden aanvullende regels voor sommatie van componenten.

Bouw- en sloopafval bevat als gevolg van de oorsprong allerlei elementen en verbindingen die afhankelijk van de concentratie, in meer of mindere mate schadelijk kunnen zijn voor mens en milieu en onder ZZS vallen. Deze stoffen zullen gezien de lange levensduur van bouwmaterialen nog lang vrijkomen en aangeboden worden voor recycling. In het standaard recycleproces worden deze componenten niet vernietigd, maar komen deze terecht in één van de producten of worden deze verwijderd uit de stroom om gestort te worden.

Belangrijke actoren in relatie tot deze kritische succesfactor zijn met name: omgevingsdiensten, recyclingbedrijven, kennisinstellingen en adviesbureaus.

6.2 Problematiek

Beoordeling ZZS in grondstoffen

Het gebruik van nieuwe secundaire grondstoffen van industriële herkomst vraagt om een adequate beoordeling van ZZS in deze grondstoffen om toekomstige problemen te voorkomen.

Consistente interpretatie handhavers

In de huidige situatie worstelt de recyclingsector met de aantoonbaarheid van het voldoen aan het beleid t.a.v. ZZS. De sector geeft aan dat er verschillende interpretatie en handhaving is door de omgevingsdiensten, hetgeen leidt tot grote verschillen in aanpak in de sector (BRBS Recycling, 2022). BRBS Recycling signaleert dit als een actueel probleem voor de sector. Bij het verder scheiden van het bouw & sloop afval in meer en kleinere deelstromen zal de noodzaak van aantoonbaarheid toenemen.

Identificeerbaarheid ZZS

De aanwezigheid van ZZS in bouw & sloop afval bij inname aan de poort is niet eenvoudig kwantitatief vast te stellen. ZZS kan aanwezig zijn in bijvoorbeeld roet (schoorstenen), asbest, rubbers en PVC e.d. (SGS Intron, 2019).

6.3 Oplossingsrichting

ZZS in eerste leven beoordeling toetsen

CROW CUR Richtlijn 2:2021 stelt dat de beoordeling op aanwezige ZZS reeds in de beoordeling van het eerste leven thuishoort, aangezien het een wettelijke verplichting is. Dit betekent dat het een onderdeel zal moeten worden van de kwaliteitsbeoordeling van grondstoffen, in analogie met het Besluit Bodemkwaliteit.

Ontwikkeling algemeen geaccepteerd protocol ZZS

Zoals voor asbest een protocol ontwikkeld is, dat vervolgens opgenomen is in BRL 2506, kan ook voor ZZS een dergelijk protocol ontwikkeld worden. In bijlage A van dit rapport is hiervoor een voorstel opgenomen. De uitdaging bij dit protocol zal zijn om het voldoende praktisch te houden, omdat anders de kosten voor inname en acceptatie sterk zullen toenemen. Het is immers niet mogelijk om elke vracht chemisch te onderzoeken. Een ander aspect van een dergelijk protocol is dat ongewenst gedrag (wegmengen; niet melden aanwezigheid ZZS) dient te worden voorkomen.

Bewijslast via certificering of via vergunningsvoorwaarden

Het ontwikkelde protocol kan vervolgens opgenomen worden in BRL 2506 deel I. Daardoor wordt het onderdeel van de KOMO-certificering, dat als bewijslast kan dienen richting de overheid. Alternatieven kunnen zijn om het op te nemen in BRL 2506-2 (NL-BSB productcertificaat) of in de vergunningsvoorwaarden. Op deze wijze is elk bedrijf verplicht er mee te werken en is er een gelijk speelveld.

7 FINANCIËLE HAALBAARHEID

7.1 Algemeen

De huidige recyclebranche heeft een modus operandi ontwikkeld om bouw- en sloopafval in te nemen als afvalstof, vervolgens op te werken en de eindproducten in de GWW- en de betonindustrie af te zetten. Deze modus operandi komt tot uiting in alle aspecten van de bedrijfsvoering en organisatie. De marge van het productieproces wordt gemaakt tussen de innameprijzen voor het bouw- en slooppuin, de bewerkingskosten en de afzetprijs. De afzetprijs wordt gedomineerd door de prijs voor primaire toeslagmaterialen (vooral grind). De innameprijs voor het puin wordt bepaald door de markt voor puin, die afhankelijk is van het sloopvolume en de vraag in de wegenbouw (BRBS Recycling, 2022).

De huidige output van de recyclingstap is vooral gericht op productie van menggranulaat voor de GWW. Het verhogen van de circulariteit van beton betekent dat de kwaliteit van de geproduceerde grondstoffen geschikt moet zijn om circulair beton mee te vervaardigen en dat er voldoende productie moet zijn om de doelstellingen te halen. Dit betekent dat het zwaartepunt van de productie van de recyclingsector moet gaan verschuiven van menggranulaat naar betongranulaat en metselwerkgranulaat.

De huidige concessies voor de winning van grind raken over vijf jaar op. (Vereniging Cascade, 2021). Indien geen nieuwe concessies verleend worden, zal overgeschakeld moeten worden op import uit het buitenland. Dit zal gepaard gaan met verdere prijsstijgingen. In deze stijging kan betongranulaat meebewegen, wat gunstig is voor de business case voor betongranulaat. Juist in de huidige situatie waarin enerzijds de kosten voor primaire grondstoffen sterk stijgen en anderzijds de vraag naar bouwstoffen zal stijgen (opgave woningbouw komende jaren), schept nieuwe kansen voor de inzet van betongranulaat en andere secundaire grondstoffen uit de recycling van bouw- en sloopafval.

Belangrijke actoren in relatie tot deze kritische succesfactor zijn met name: opdrachtgevers, betonproducenten en de landelijke overheid.

7.2 Problematiek

Kosten procesvoering

Om betonpuin dat niet-circulaire grondstoffen bevat, gescheiden te houden zal bij inname aan de poort een uitgebreidere ingangscntrole moeten plaatsvinden (zie hoofdstuk 2). BRBS Recycling schat de kosten voor de verwerker hiervoor 'al snel op 1 euro/ton' (BRBS Recycling, 2021a), hetgeen zeker geen onrealistische schatting is. Indien stromen worden aangeboden die niet integraal op te werken zijn tot een circulaire grondstof, dan dienen deze gescheiden te worden gehouden. Deze stromen zullen elk afzonderlijk gehouden en opgewerkt moeten worden (dus aparte processen, depots en logistiek). Dit betekent dat de kosten zullen toenemen. Bovendien neemt de kans op afkeur toe, dat ook extra kosten met zich mee zal brengen.

Kosten andere stromen

Momenteel is het hoofdproduct van veel recyclebedrijven het menggranulaat. Wanneer het verwerken van betonpuin tot betongranulaat toeneemt, betekent dit dat aanzienlijk meer metselwerkgranulaat, zeefzand 0-4 mm en kleine deelstromen zullen vrijkomen. Voor een recyclebedrijf zal de totale opbrengst van alle outputstromen in een circulair scenario moeten opwegen tegen de opbrengst van productie van hoofdzakelijk menggranulaat (het huidige scenario). Mogelijk moet ook meer afgescheiden materiaal gestort/verbrand worden omdat het niet recyclebaar is of teveel ZZS bevat.

BRBS Recycling geeft aan dat bij toenemende behoefte aan betongranulaat ook minder zuivere betonpuinstromen moeten worden gerecycled en daarbij neemt ook de noodzaak tot wassen toe. Het wassen van betongranulaat levert slib op, dat een sterk negatief effect heeft op de business case als gevolg van de stortkosten. Het verlagen van deze kosten door bijvoorbeeld de stortbelasting niet op dit slib te heffen, kan de haalbaarheid bevorderen (BRBS Recycling, 2022). Ook voor het circulair maken van baksteen en kalkzandsteen lopen initiatieven. Indien dit gerealiseerd wordt resteert een stroom die steeds moeilijker nuttig toepasbaar zal zijn.

Kosten voor afdekken risico's

De commerciële levering van grondstoffen gaat gepaard met specificaties en kwaliteitsgaranties. Hoewel in een enkel opzicht de toepassing in de wegenbouw gevoeliger is (Besluit Bodemkwaliteit: uitloging niet-vormgegeven bouwstoffen) is in veel gevallen de toepassing in beton kritischer doordat meer kwaliteitseisen gesteld worden, in verband met duurzaamheid, veiligheid en potentieel grotere gevolgschades. Dit alles te samen zal resulteren in hogere faalrisico's en daarmee hogere ondernemersrisico's. De afnemers zullen e.e.a. ook willen verdisconteren in de prijzen voor de ingekochte grondstoffen. Dit zal ook vertaald worden in hogere premies voor verzekeringen voor de verwerker.

BRBS Recycling geeft aan dat er volgens hen zeer weinig financiële ruimte bestaat voor het maken van extra kosten om meer betongranulaat te produceren t.b.v. circulair beton. De business case om het zwaartepunt te verschuiven naar de productie van betongranulaat zal daarom positief beïnvloed dienen te worden.

7.3 Oplossingsrichting

Integraal businessmodel: sluitend voor alle stromen uit de recycling

Verwacht mag worden dat het volume residustromen in het circulaire scenario aanzienlijk zal stijgen. Dit volume dient nuttig te worden toegepast. Om dit mogelijk te maken zal er nog een flinke ontwikkeling moeten plaatsvinden (Betonakkoord, 2020), op gebied van kwaliteitsverbetering, handling en bekendheid bij de betontechnoloog. Daarnaast ontstaat een aanzienlijke stroom metselwerkgranulaat, omdat deze niet meer deel uitmaakt van het menggranulaat. Er zal daarom tevens gewerkt moeten worden aan de nuttige toepassing van deze stroom. Er lopen momenteel de nodige initiatieven om baksteenpuin onderdeel te laten worden van circulair baksteen. Het welslagen en de implementatie er van is daarom niet alleen zaak van de keramische en kalkzandsteenindustrie, maar ook van de betonindustrie.

Gedifferentieerde tariefstelling inname deelstromen Bouw & Sloopafval

De aanbieder van bouw & sloopafval zal een stimulans moeten krijgen voor het gescheiden aanleveren van de verschillende deelstromen (met name betonpuin en gemengd puin) en de zuiverheid van de aangeleverde vrachten. Alles valt of staat daarbij echter met een adequate innamecontrole (zie hoofdstuk 3). VERAS geeft aan dat zij positief staan tegenover een gedifferentieerde tariefstelling die betrekking heeft op de kwaliteit van de aangeleverde stromen (VERAS, 2022).

Naar de mening van VERAS is het verschil in tariefstelling (acceptatietarief) tussen betonpuin en gemengd puin relatief zeer beperkt (ca. 3 euro/ton) voor het dekken van de extra inspanning die geleverd moet worden om stromen gescheiden aan te leveren (Veras, 2022).

Het algemeen nagestreefde principe *de vervuiler betaalt* kan via een dergelijke regeling geïmplementeerd worden. De kosten dienen via dit principe gealloceerd te worden bij de bron (eigenaar van het te slopen object).

Circulariteit meewegen in beoordeling (MKI, CI)

Voor de afnemer van betongranulaat kunnen voordelen voor circulair beton ook aan de zijde van de levering van het beton liggen. Bijvoorbeeld wanneer het gewaardeerd wordt via MKI-score of circulariteitsindex. Bij levering aan de publieke sector zal dit eerder een rol spelen dan bij levering aan de private sector.

Economische stimulans creëren

Het toeslagmateriaal maakt ordegrrootte 40% van de kosten van een kubieke meter betonmortel uit. De kosten van het toeslagmateriaal zijn dus substantieel voor de totale kostprijs van het beton. In veel gevallen is de prijs van het benodigde beton een beperkt deel van de totale kostprijs van een werk of een gebouw. Marktwerking richting de laagste prijs en zeer geringe bedragen die het verschil maken tussen wel en geen gunning, maken dat toch veelal voor het goedkoopste beton gekozen wordt. Vanuit de aannemer en/of opdrachtgever zal er een stimulans moeten zijn om voor een mogelijk iets duurder beton te kiezen. Deze stimulans kan zijn via de MKI-score en/of via een directe economische stimulans (zie ook hoofdstuk 5). Directe financiële prikkels (zoals het ETS-systeem bij CO₂), om het gebruik van circulair beton te bevorderen, maken dat het onderdeel wordt van de economie en de marktwerking, waarmee dit een breed effectief middel kan zijn. Directe financiële prikkels (zoals het ETS-systeem bij CO₂), om het gebruik van circulair beton te bevorderen, maken dat het onderdeel wordt van de economie en de marktwerking, waarmee deze een breed effectief middel kunnen zijn.

De overschakeling van primair toeslagmateriaal naar betongranulaat kan daarom alleen plaats vinden wanneer sloopaannemer, recyclebedrijf én afnemer ten eerste hun extra kosten gecompenseerd zien en ten tweede ook een financieel voordeel hebben.

8 EVALUATIE

In de omschakeling van 'lineair' beton naar circulair beton is er nog een aantal noodzakelijke stappen te zetten. Daarbij geldt ook dat de ketting zo sterk is als de zwakste schakel. Een belangrijke schakel wordt gevormd door de recycle branche. Het is een voorwaarde voor succes dat deze branche zich verder kan transformeren van een productleverancier hoofdzakelijk voor de wegenbouw naar een leverancier van grondstoffen voor beton. Dit kan echter niet los worden gezien van de andere materialen die als gescheiden vrijkomen uit het recycleproces (keramiek, kalkzandsteen, gips etc.) en de daaraan verbonden grondstoffenmarkt. Ook voor deze materialen/producten zal afzet gerealiseerd moeten worden. Met andere woorden er moet sprake zijn van een integraal businessmodel dat aantrekkelijk is voor de transformatie van de recycling van bouw- en sloopafval. Het businessmodel is een belangrijke kritische succesfactor maar is niet de enige. Er zijn ook kritische succesfactoren op bijvoorbeeld technisch en organisatorisch vlak. In navolgende tabel I zijn de kritische succesfactoren en de oplossingsrichtingen samengevat per thema.

De mogelijke impact van innovatief breken op de circulariteit van beton dient tevens genoemd te worden. Bij traditioneel breken heeft het vrijkomende product bij toepassing als funderingsmateriaal als voordeel de hydraulische werking waardoor het een wegfundering extra draagvermogen verschaft. Bij het innovatief breken waarbij zand, grind en cementsteen gescheiden vrij komen valt dit voordeel weg en zal dit een stimulans vormen voor het toepassen van deze grondstoffen in beton.

Tabel I Samenvatting kritische succesfactoren en oplossingsrichtingen

Kritische succesfactor	Problematiek	Oplossingsrichtingen
Duidelijkheid circulariteit grondstoffen	<ul style="list-style-type: none"> * Duidelijkheid naar en in de markt * Niet-steenachtige materialen vallen buiten de scoop * Balans in de beoordeling 	<ul style="list-style-type: none"> * Ervaringen verzamelen met CROW richtlijn 2:2021 * Certificeringsregeling opzetten met nieuwe of via bestaande BRL * Uitbreiden scoop CROW richtlijn 2:2021
Identificeerbaarheid Deelstromen betonpuin	<ul style="list-style-type: none"> * Identificeerbaarheid deelstromen 	<ul style="list-style-type: none"> * Bevorderen circulair slopen in projecten * Introductie materialenpaspoort * Ontwikkeling snelle screeningsmethoden * Uitbreiding etikettering prefab beton
Circulair slopen	<ul style="list-style-type: none"> * Meer gescheiden aanleveren bouw- en sloopafval 	<ul style="list-style-type: none"> * Voorschrijven circulair slopen * Uitbreiden huidige acceptatierichtlijnen * Frequenter en consistente uitvraag circulair slopen * Financieel aantrekkelijker maken circulair slopen
Voorschrijven circulair beton	<ul style="list-style-type: none"> * Onvoldoende vraag 	<ul style="list-style-type: none"> * Ontwikkeling pull strategie betonsamenstelling * Ontwikkelen werkwijze betonnen componenten * Aanvulling op MKI systematiek * Economische stimulans creëren
Implementatie beleid ZZS	<ul style="list-style-type: none"> * Beoordeling ZZS in grondstoffen * Consistentie interpretatie handhavers * Identificeerbaarheid ZZS 	<ul style="list-style-type: none"> * ZZS in eerste leven beoordeling grondstoffen toetsen * Ontwikkeling algemeen geaccepteerd protocol ZZS * Bewijslast via certificering of via vergunningsvoorwaarden
Financiële haalbaarheid	<ul style="list-style-type: none"> * Kosten procesvoering * Kosten andere stromen * Kosten afdekken risico's 	<ul style="list-style-type: none"> * Sluitend integraal businessmodel * Gedifferentieerde tariefstelling deelstromen bouw en sloopafval * Circulariteit meewegen in beoordeling (MKI, CI) * Economische stimulans creëren

9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In deze studie zijn de door de recyclingbranche aangegeven kritische succesfactoren voor het grootschalig produceren van circulaire grondstoffen voor beton nader uitgewerkt. Navolgend zijn deze kritische succesfactoren opgesomd, met daarbij aanbevelingen op welke wijze deze factoren kunnen worden ingevuld:

- Duidelijkheid te scheppen omtrent de circulariteit van grondstoffen voor beton. De nieuwe CROW CUR richtlijn 2: 2021 verschaft meer duidelijkheid, maar is nog niet dwingend en niet-steenachtige materialen vallen buiten de scope. Aanbevolen wordt ook niet-steenachtige materialen op te nemen in de richtlijn en de methodiek binnen afzienbare tijd een onderdeel te laten worden van de certificeringsregelingen.
- De identificeerbaarheid van beton(puin) en deelstromen. Identificeerbaarheid is voor zowel sloopaannemer als verwerker van belang om deze optimaal te kunnen verwerken in relatie tot circulariteit. Visueel is het moeilijk en omslachtig onderscheid te maken tussen beton met verschillende bindmiddelsystemen en verschillende toeslagmaterialen. De identificeerbaarheid kan mogelijk verbeterd worden door de introductie van het materialenpaspoort, de ontwikkeling van snelle screeningmethoden en uitgebreidere etikettering van specifieke prefab betonproducten.
- De verdere implementatie van circulair slopen, waardoor het bouw- en slooppuin meer in gescheiden deelstromen (zuiver betonpuin) aangeleverd wordt. Dit kan bereikt worden door frequenter en consistent voorschrijven, het gericht uitvragen van circulair slopen en het circulair slopen financieel aantrekkelijker te maken.
- Voorschrijven van circulair beton om meer vraag te creëren als onderdeel van een pull strategie. Dit kan bevorderd worden door bijvoorbeeld aanvulling op de MKI systematiek maar ook door invoeren van economische stimulans.
- Implementatie beleid rond ZZS. Het betreft hierbij met name de beoordeling van ZZS in grondstoffen, de identificeerbaarheid van ZZS en consistente interpretatie van beleid door handhavers. Aanbevolen wordt voor ZZS in bouw- en sloopafval een protocol te ontwikkelen. Dit kan onderdeel worden van de BRL 2506 en daarmee een onderdeel van de certificering. Alternatief is dat e.e.a. onderdeel wordt van de vergunningsvoorwaarden, waardoor elk bedrijf hier aan moet deelnemen. Ook wordt aanbevolen ZZS-beoordeling een onderdeel te laten worden bij de beoordelingssystematiek van grondstoffen (Denk aan nieuwe CROW-CUR Aanbevelingen).
- Verbetering van de financiële haalbaarheid van het produceren van meer betongranulaat. De overschakeling van primair toeslagmateriaal in beton naar betongranulaat zal alleen plaats vinden wanneer sloopaannemer, recyclebedrijf én afnemer ten eerste hun extra kosten gecompenseerd zien en ten tweede ook een financieel voordeel hebben.

REFERENTIES

- Betonakkoord, 2018. www.betonakkoord.nl
- Betonakkoord, 2021. Roadmap hergebruik betonreststromen.. Versie 3: 3 maart 2021.
- BouwCirculair, 2021a. <https://www.sloopcirculair.nl/circulair-slopen/> , bezocht d.d. 10-12-2021.
- BouwCirculair, 2021b. Telefonisch interview Martin Damman, d.d. 10-12-2021.
- BRBS Recycling, 2021. Memo Voorwaarden voor beoordeling grondstoffen met oog op circulariteit. Succesfactoren en faalkosten. Per mail verstrekt d.d.
- BRBS Recycling, 2022 Reactie dhr. Peter Broere op concept rapport d.d. 8 februari 2022
- CE Delft, 2016. Update prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen 2016
- CROW, 2021. Gesprek met Ad van Leest d.d. 9 december 2021.
- CSC (Concrete Sustainability Council), 2021 Technische Handleiding versie 2.1.
- Infomil, 2021. <https://www.infomil.nl/onderwerpen/geluid/functies/mobiele-puinbreker-0/>
- Rijkswaterstaat, 2020. Materialenpaspoort.
- Rijkswaterstaat, 2021 Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) 1033 Verduurzaming Beton'. Beschikbaar op o.a. [www. https://www.betonakkoord.nl/resultaten/](https://www.betonakkoord.nl/resultaten/)
- SCS, 2021. Telefonisch interview Jos Kronemeijer d.d. 9 december 2021.
- SGS Intron, 2019. ZZS in afvalstoffen; update 2019. Rapportnr. A108010/R20190414a.
- SKG-IKOB. 202 Protocol Bouwprojecten Circulair Slopen '(deel)producten en materialen
- Stichting Kwaliteitsborging Recyclinggranulaten, 2019. BRL 2506 Recyclinggranulaten voor toepassing als toeslagmateriaal in beton.
- SVMS (Stichting Veilig en Milieukundig slopen), 2017. Beoordelingsrichtlijn Veilig en Milieukundig Slopen. BRL nummer: SVMS-007, versie 17-01.
- Prorail, 2021. <https://circulairebouweconomie.nl/achtergrond/prorail-maakt-serieus-werk-van-circulariteit>.
- Rijksvastgoedbedrijf,2021. <https://www.rijksvastgoedbedrijf.nl/expertise-en-diensten/duurzaamheid/circulair-bouwen> .
- Rutte Groep, emailcorrespondentie 1 februari 2022.
- VERAS, 2022. Schriftelijke reactie op concept-rapport d.d. 22 april 2022.

BIJLAGE A VOORSTEL ONTWIKKELING BEOORDELING ZZS IN BOUW- EN SLOOPPUIN

Algemeen

Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) worden gezien als de meest gevaarlijke stoffen voor mens en milieu. Deze stoffen moeten daarom met voorrang aangepakt worden. Het streven is om ZZS uit de leefomgeving te weren. Vanuit deze optiek past het om grondstoffen die toegepast worden in beton te toetsen op de aanwezigheid van ZZS. Op de lange termijn betekent dit beleid, dat er in principe geen bouw & sloopafval ter beschikking komt met ZZS concentraties boven de grenswaarden. Echter, de komende decennia komt er nog materiaal vrij dat mogelijk teveel ZZS bevat.

Doelstelling

Het ontwikkelen van een protocol voor controle op en verwijdering van ZZS in bouw- en sloopafval, zodat dit onderdeel kan worden van de certificeringsregeling voor puingranulaat. Op deze wijze ontstaat duidelijkheid richting sloopaannemers, handhavers en afnemers. Het protocol kan onderdeel worden van de BRL 2506, zoals ook de controle op asbest onderdeel is van deze BRL.

Aanpak

De volgende aanpak wordt voorgesteld:

1 Inzicht in ZZS per component/materiaal

Het verkrijgen van inzicht in welke componenten/materialen in bouw- en sloopafval ZZS aanwezig (kunnen) zijn in concentraties dat zij een overschrijdingsrisico vormen voor ZZS in de eindproducten. Op basis van literatuurgegevens (zie ook SGS Intron, 2019), enquêtes onder producenten en chemische analyses op praktijkmonsters kan per component/materiaal een risicoprofiel worden opgesteld qua aanwezigheid en concentratie van specifieke ZZS (gemiddelde en spreiding). E.e.a. dient statistisch verantwoord aangepakt te worden.

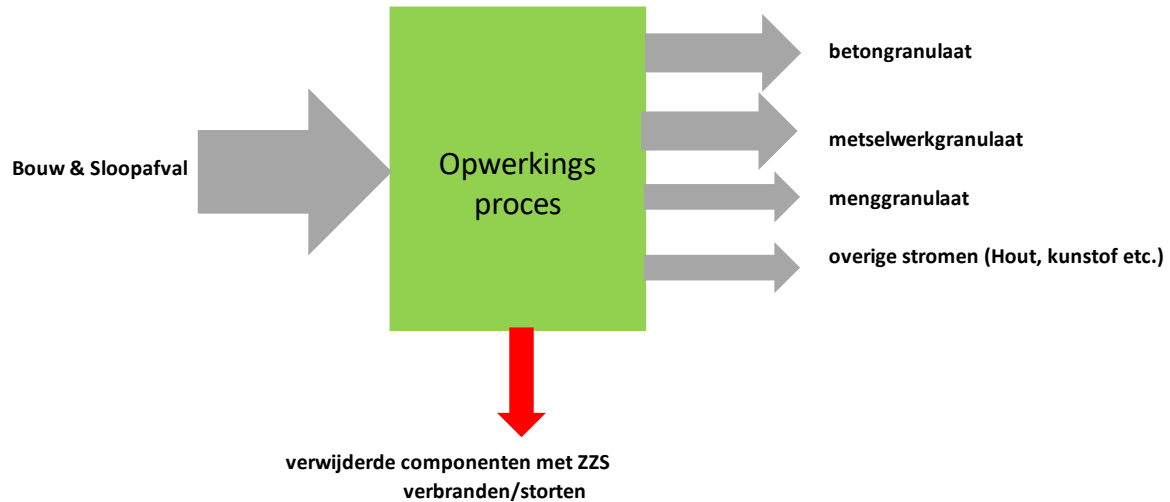
In ieder geval dienen beoordeeld te worden:

- anorganische elementen/verbindingen: As, Be, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb en V omdat zij in relevante concentraties aanwezig kunnen zijn.
- organische verbindingen: PAK's (roet, teer), PCB's (rubber strips), PFAS (grond), HBCDD (vlamvertrager in EPS isolatiemateriaal), tetrabroombisfenol A, (vlamvertrager in kunststoffen) ftalaten (weekmakers in kunststoffen). (SGS Intron, 2019)

De organische verbindingen zijn met name aanwezig in componenten die visueel herkenbaar zijn. Voor de anorganische componenten is dit waarschijnlijk niet het geval.

2 Afleiden overschrijdingskansen

De verkregen data worden vertaald naar overschrijdingskansen dat het aangeleverde puin niet voldoet aan de grenswaarden en dat de producten niet voldoen, wanneer een hoeveelheid X, Y en/of Z van bepaalde componenten/materialen aanwezig is in het aangeleverde bouw- en sloopafval.



Figuur A-1: Massastromen bij recycling Bouw- en sloopafval: Op macroniveau kan een massabalans voor ZZS wordt opgesteld op basis waarvan risico's voor overschrijding afgeleid kunnen worden.

3 Vertalen naar praktijkprotocollen

Vanuit deze overschrijdingskansen worden kwaliteitsprotocollen opgesteld om in de praktijk in te nemen partijen te beoordelen. Mogelijk dat hiervoor in analogie met asbest ook opleidingen moeten worden opgezet.

4 Opname protocollen in BRL 2506

De controles worden vervolgens onderdeel van de geldende BRL 2506 Recyclinggranulaten voor toepassing als toeslagmateriaal in beton.

Aangezien de beoordeling van ZZS in Bouw- en sloopafval een nieuwe beoordelingssystematiek behelst, zal waarschijnlijk een CROW CUR-aanbeveling moeten worden opgesteld, die vervolgens in de BRL geïmplementeerd wordt. Het is belangrijk dat de CROW-werkgroep breed samengesteld wordt, waarin naast de recyclingbranche ook omgevingsdiensten zitting nemen.