

TNO-rapport

OG-RPT-APD-2008-00182

Kringbouw - Naar een duurzame grondstofvoorziening in de bouw



Datum	December 2008
Auteur(s)	Ir. Evert Mulder Met bijdragen van de consortiumleden
Opdrachtgever	SenterNovem (E.E.T.-programma) + Kringbouwconsortiumleden
Projectnummer	004.34727
Aantal pagina's	50 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Programma E.E.T. (Economie, Ecologie en Technologie), een gezamenlijk initiatief van de Ministeries van Economische Zaken, Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu. Het programma wordt uitgevoerd door het Programmabureau E.E.T van SenterNovem.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Samenvatting

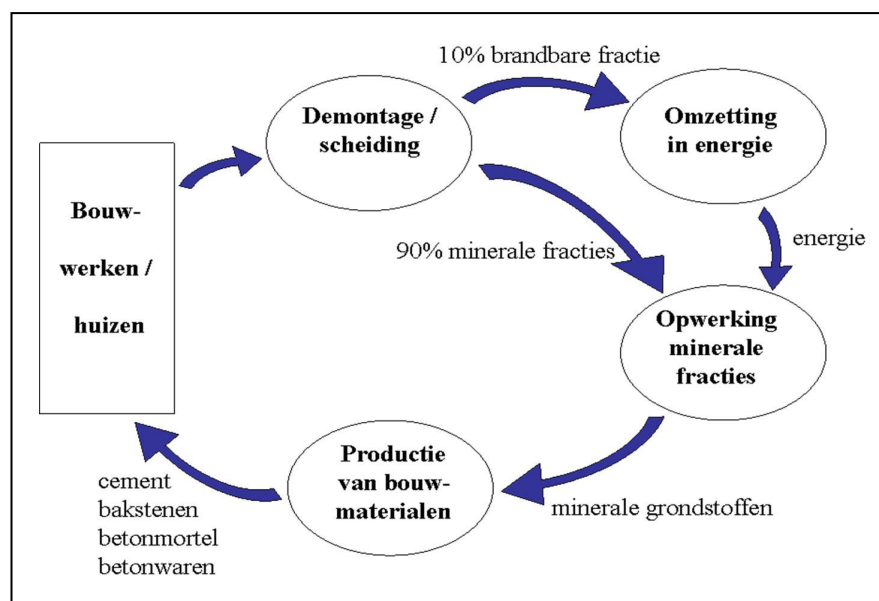
Achtergrond en doelstelling

De bouwsector wordt de komende jaren steeds harder geconfronteerd met het vraagstuk van de grondstofvoorziening. De winning van mergel (St. Pietersberg), grind (Maasoever) en beton- en metselzand komt steeds meer onder druk te staan. Dit heeft ertoe geleid dat nu al een substantiële hoeveelheid van de bouwgrondstoffen tegen hogere tarieven wordt ingekocht in het buitenland. Dit is geen duurzame situatie, mede vanwege de milieudruk en de kosten die verbonden zijn aan het benodigde transport. Daarbij komt dat 90% van het bouw- en sloopafval momenteel terecht komt in één en dezelfde, relatief laagwaardige toepassing (wegfunderingen). Bovendien zal de hoeveelheid bouw- en sloopafval de komende jaren nog fors toenemen (met 5 – 10% per jaar), terwijl de vraag naar wegfunderingsmateriaal momenteel weliswaar stabiel is, maar over enkele jaren zal gaan afnemen. Dit zal leiden tot een gigantisch overschot aan menggranulaat. Er is een doorbraak nodig om te voorkomen dat deze markt (de afzet van menggranulaten uit bouw- en sloopafval) instort. Bovengenoemde knelpunten vragen om een keten- of systeeminnovatie. Deze innovatie moet het mogelijk maken om de grondstoffen voor de bouwketen te produceren uit de reststoffen die vrijkomen uit diezelfde keten. Het gaat om hergebruik op het oorspronkelijke niveau (beton en metselwerk). TNO is hiervoor, samen met industriële partners gekomen met een perspectiefrijk initiatief: “Kringbouw”.

Korte beschrijving van het Kringbouwconcept

Het concept voorziet in de ontleding van beton- en metselwerkpuin, door middel van thermische processen, in de oorspronkelijke componenten (bakstenen, grind, zand en cementsteen). Zo kunnen deze grondstoffen hoogwaardig worden hergebruikt. Ook de rest van het bouw- en sloopafval (BSA) wordt in het Kringbouwconcept opgewerkt tot hoogwaardige grondstoffen. De brandbare fractie dient als brandstof voor de thermische deelprocessen. Op deze manier sluiten materiaalkringlopen zich en is er nauwelijks nog sprake van te storten bouw- en sloopafval. De technologie sorteert het hoogste effect wanneer alle stappen van het proces op één Kringbouwlocatie zijn gebundeld.

Het Kringbouwprincipe



Uitvoering van het onderzoek- en demonstratieproject

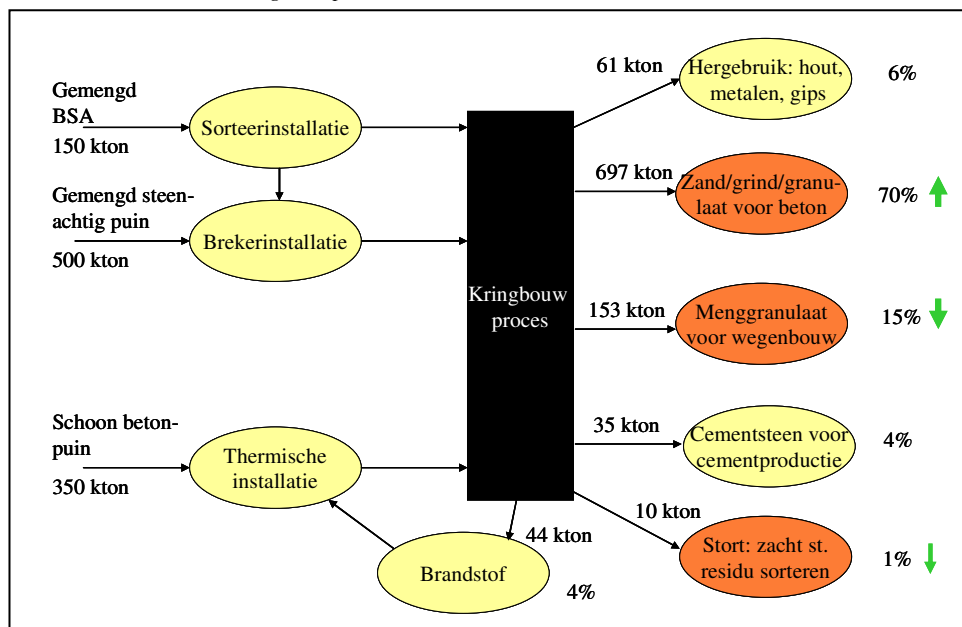
Vrijwel alle deelprocessen die onderdeel uitmaken van het Kringbouwconcept, zijn op labschaal onderzocht en geoptimaliseerd (door TNO en TUDelft), en vervolgens op pilot- of praktijkschaal gedemonstreerd door de industriële partners (Oranje Demontage, Van Gansewinkel, Bentum Recycling Centrale, Twee'R' Recyclinggroep, Theo Pouw, ENCI, Mebin, Holcim betonmortel, Holcim betonproducten en Wienerberger). Dit technologische onderzoek kan als volgt worden samengevat:

- Thermische terugwinning van hele bakstenen uit metselwerkpuin met kalkrijke mortel (dat momenteel het meest gesloopt wordt) is niet goed mogelijk. Dit vergt een dure voorbehandeling (vooraf losmaken van de stenen). Voor metselwerkpuin met een sterke cementmortel lukt dit wel, zelfs met hoge terugwinpercentages (tot 90%). Dit metselwerk wordt echter (nog) weinig gesloopt.
- Op laboratoriumschaal is het mogelijk gebleken om betonpuin via een thermisch proces (bij een $T > 600$ °C) te ontleden in schoon grind, schoon zand en een fijne, cementsteenrijke fractie (12 - 15% van het totaal). Een grootschalige proef (bij een $T < 400$ °C) leverde een mooie grind- en zandfractie, met nog wel wat aanhangende cementsteen. Het fijne filterstof (9% van het totaal) bevatte veel inert materiaal.
- Bij grootschalige Kringbouw verdient het aanbeveling om de grove fractie betongranulaat rechtstreeks in te zetten als grof toeslagmateriaal in beton, en alleen de fijne fractie (< 10 mm) thermisch te ontleden in fijn grind, zand en cementsteen.
- De fijne cementsteenfractie die vrijkomt bij de thermische ontleding van betonpuin is geschikt als gedeeltelijke vervanger van Portlandklinker, bij de bereiding van cement (tot 20%). De bindmiddelwaarde van het materiaal uit de grootschalige ontledingsproef is beperkt. Ontleding van het betonpuin bij een hogere temperatuur leidt tot een fijne fractie (filterstof) met een hogere bindmiddelwaarde.
- Zand en grind uit thermisch ontleed betonpuin kunnen het reguliere zand en grind in beton in principe voor 100% vervangen. De sterkte neemt daardoor eerder toe dan af, vanwege het hogere gehalte aan gebroken materiaal. Hierdoor neemt de waterbehoefte wel toe. Om een zelfde verwerkbaarheid te realiseren, is daarom of meer cement nodig, of een kleine hoeveelheid superplastificeerder.
- Door middel van breken en een droge reiniging (bijvoorbeeld m.b.v. een ballistische scheider) kan menggranulaat prima worden opgewerkt tot een toeslagmateriaal voor beton. Wel verdient het aanbeveling om het brekerveorzeezand en sorteerpun niet bij dit menggranulaat te voegen, maar toe te passen in de wegenbouw.
- Middels een combinatie van een droge voorscheiding en een sensorgestuurde nascheiding is het mogelijk om het sorteerproces te automatiseren. 'Handpicking' is daarmee niet meer nodig.
- De brandbare fractie uit bouw- en sloopafval kan prima worden opgewerkt tot een brandstof voor de thermische Kringbouwdeelprocessen.
- Voor het reinigen van sorteerzand is naast wassen ook thermisch reinigen een optie. Een temperatuur van 500 °C is voldoende. Het zand is geschikt als 100% zandvervanger in betonproducten (tegels). Nader onderzoek moet uitwijzen of het filterstof eveneens nuttig toepasbaar is.
- De lange-termijn duurzaamheid van beton en betonproducten met Kringbouwgrondstoffen vereist aanvullend onderzoek, om zeker te stellen dat er geen schade ontstaat ten gevolge van alkali-silica-reacties en secundaire ettringietvorming. Een deel van de Kringbouwgrondstoffen bevat namelijk verhoogde concentraties glas en sulfaat.

Vergelijking massabalansen Kringbouw en 'huidige situatie'

Over zowel het Kringbouwproces als de huidige manier van verwerken van bouw- en sloopafval is een massabalans opgesteld, uitgaande van de input van 1 miljoen ton bouw- en sloopafval, en de productie van bijna 2 miljoen ton bouwmaterialen (in beide gevallen dezelfde hoeveelheden en dezelfde soorten).

Massabalans over het Kringbouwproces



Het aandeel dat uiteindelijk wordt opgewerkt tot wegfunderingsmateriaal, daalt van 81% in de huidige situatie naar 15% in de Kringbouwsituatie. Het aandeel dat wordt opgewerkt tot grondstof voor beton stijgt van 4% naar 70%. En de hoeveelheid die uiteindelijk moet worden gestort, daalt van 8% naar 1% (nog slechts 10.000 ton/jaar). Uit het tweede deel van de massabalans (het gedeelte waarin de nieuwe bouwmaterialen worden geproduceerd) blijkt dat in de huidige situatie ruim 1 miljoen ton primaire grondstoffen nodig zijn om de bijna 2 miljoen ton bouwmaterialen te produceren. In de Kringbouwsituatie is voor diezelfde hoeveelheid bouwmaterialen nog maar ruim 0,5 miljoen ton aan primaire grondstoffen nodig is. Met name de benodigde hoeveelheid grind neemt drastisch af (naar 16% van de huidige hoeveelheid). Ook de benodigde hoeveelheid betonzand neemt fors af (naar 37%).

De haalbaarheid van Kringbouw in het licht van E.E.T.

Ecologisch is Kringbouw haalbaar. Vergeleken met de huidige verwerking van bouw- en sloopafval is Kringbouw gunstig voor het milieu, met name vanwege de volgende aspecten:

- hergebruik door selectieve sloop en scheiding zorgen voor minder afvalstoffen;
- inzet van secundaire brandstoffen maakt de thermische processen rendabel;
- hergebruik van cementsteen bij fabricage van cement verlaagt de CO₂ uitstoot;
- vestiging van 'afnemers' naast 'producenten' bespaart op transportkilometers.

Economisch is het totaalproces Kringbouw gunstiger dan de huidige verwerking. Voor de deelprocessen ligt dat echter genuanceerd. Sorteren / scheiden van gemengd bouw- en sloopafval en de productie van Kringbouwbeton zijn economisch aantrekkelijke deelprocessen, voornamelijk vanwege de besparing op transportkosten. De thermische ontleding van betonpuin is echter op dit moment economisch nog niet interessant.

Verwachte marktontwikkelingen zorgen er voor dat ook dit deelproces binnen afzienbare termijn (± 5 jaar) wel aantrekkelijk wordt.

Technologisch zijn op één na alle onderzochte deelprocessen van Kringbouw haalbaar. Het Kringbouwconcept, gericht op het sluiten van materiaalkringlopen in de bouwsector, is daarmee in essentie technologisch uitvoerbaar.

Het toekomstperspectief van Kringbouw

Voor de **korte termijn** is er geen bereidheid om in een totale Kringbouwinstallatie te investeren, omdat:

- de grondstoffenmarkt sterk in beweging is;
- één van de essentiële onderdelen (thermische ontleding betonpuin) nog te duur is;
- de duurzaamheid van Kringbouw(beton)producten voor de langere termijn nog moet worden aangetoond.

Niettemin zijn bepaalde onderdelen van het Kringbouwproces **nu al** implementeerbaar:

- het sensorgestuurd mechanisch sorteren van gemengd bouw- en sloopafval;
- het ballistisch scheiden / opschonen van puingranulaten;
- de productie van brandstoffen uit de brandbare fractie van gemengd BSA.

Voor de **langere termijn** zijn de perspectieven voor Kringbouw wel gunstig, vanwege:

- een sterke toename in het aanbod van bouw- en sloopafval;
- een toenemende schaarste aan grind, mergel en industriezand;
- een verzadiging van de wegfunderingenmarkt;
- de toename van het aandeel betonpuin in bouw- en sloopafval;
- de aanwezigheid van meer lijm- en kitresten in (beton)puin;
- meer aandacht voor “cradle-to-cradle” (duurzaam inkopen).