

Eindrapportage project

‘Circulaire betonketen uit vrijkomende agrarische bebouwing Regio Foodvalley’

Ede, juli 2024

Prof. dr. ir. H. Kievit

Drs. N. Lambers-Jukema

S. van der Hoef, BBA

© 2024, Christelijke Hogeschool Ede

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Christelijke Hogeschool Ede.

De Christelijke Hogeschool Ede is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Eindrapportage project 'Circulaire betonketen uit vrijkomende agrarische bebouwing Regio Foodvalley'

Status: Openbaar

Financier: Nationaal Regieorgaan Praktijkgericht Onderzoek SIA
(Regieorgaan SIA), onderdeel van NWO.
Regeling: KIEM Circulaire Economie, maart 2023
Projectnummer: KIEM.CIE.07.007
Consortiumpartners: Bosch Beton, Living Lab Regio Foodvalley Circulair
Datum: Juli 2024

Auteurs:

- Prof. dr. ir. Henk Kievit, Lector Dienstbaar Organiseren (CHE)
hkievit@che.nl
- Drs. Noen Lambers-Jukema, Onderzoeker Lectoraat Dienstbaar Organiseren (CHE)
njlammers@che.nl
- Sanne van der Hoef, Onderzoeker Lectoraat Dienstbaar Organiseren (CHE)
svdhoef@che.nl

Christelijke Hogeschool Ede
Oude Kerkweg 100
6717 JS Ede
Telefoon: 0318 696 300

BOSCH
BETON



CHE
CHRISTELIJKE
HOGESCHOOL
EDE

Living Lab
Regio Foodvalley
Circulair



Deze publicatie maakt deel uit van het project 'Circulaire betonketen uit vrijkomende agrarische bebouwing Foodvalley' met projectnummer KIEM.CIE.07.007 van het onderzoeksprogramma KIEM Circulaire Economie, maart 2023 dat (mede) is gefinancierd door de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Probleemstelling	6
1.3 Doelstelling	6
1.4 Vraagstelling	6
1.5 Werkwijze	6
1.6 Scope onderzoek	7
1.7 Leeswijzer	8
2. Beschrijving circulaire betonketen uit VAB	9
2.1 Waardeketen van beton	9
2.2 Circulaire Betonketen	9
2.3 Betongranulaat uit vrijkomende agrarische bebouwing (VAB)	10
3. Breken tot betongranulaat	12
3.1 Fracties betongranulaat	12
3.2 Transportafstanden tussen sloop, breken en hergebruik in nieuw beton	12
3.3 Afwegingen om op slooplocatie of vaste locatie te breken	13
4. Beton uit vrijkomende agrarische bebouwing	14
4.1 Slopen en verwijderen stallen via stoppersregeling boeren	14
4.2 Planning slopen	15
4.3 Demonteren of circulair slopen VAB	16
4.4 Casus: sloop kippenstallen	16
4.5 Verdienmodel circulair slopen	18
5. Waarom betonrecycling en hergebruik betonpuin	19
5.1 Doelstellingen overheid	19
5.2 Feiten en cijfers	19
6. Knelpunten en oplossingen hergebruik vrijkomend beton en de rol van de overheid	21
6.1 Beloningsstructuur voor circulair slopen en schoon lineair slopen ontbreekt	21
6.1.1 Knelpunt	21
6.1.2 Oplossing	21
6.1.3 Rol overheid	21
6.2 Slechte kwaliteit betongranulaat	22
6.2.1 Knelpunt	22
6.2.2 Oplossing	22

6.2.3	Rol overheid.....	23
6.3	Betonfabrikanten hebben te weinig ruimte voor opslag betongranulaat.....	23
6.3.1	Knelpunt.....	23
6.3.2	Oplossing.....	23
6.3.3	Rol overheid	23
6.4	Onvoldoende compliance.....	23
6.4.1	Knelpunt	23
6.4.2	Oplossing.....	23
6.4.3	Rol overheid	24
7.	Duurzame markttransformatie.....	25
7.1	Transitie naar circulaire betonketen.....	25
7.2	Casus Bosch Beton: Fase 3 Pre-competitie.....	26
8.	Conclusies en aanbevelingen	28
8.1	Conclusies.....	28
8.2	Aanbevelingen vervolgonderzoek.....	29
	Literatuurlijst	30
	Bijlage 1 – Lijst geïnterviewde personen.....	33
	Bijlage 2 – Uitnodiging eindbijeenkomst 11 juli	34
	Bijlage 3 – Communicatie-activiteiten project	38
	Bijlage 4 – In 9 stappen naar een circulaire betonketen	39

Voorwoord

Een circulaire betonketen, waarin slooppuin hoogwaardig en binnen Regio Foodvalley wordt hergebruikt, biedt veel perspectief. Grondstoffen en energie worden bespaard en de benodigde innovatie biedt economisch kansen. Om zo'n keten van de grond te krijgen, is samenwerking nodig tussen bedrijfsleven, overheid en onderwijs. De Christelijke Hogeschool Ede heeft een subsidie ontvangen om van 1 september 2023 tot 31 augustus 2024 onderzoek te doen naar een circulaire betonketen uit vrijkomende agrarische bebouwing (VAB). Daarbij waren Bosch Beton en Living Lab Regio Foodvalley Circulair de consortiumpartners.

Bij het doorgronden van de circulaire betonketen uit VAB hebben de onderzoekers veel profijt gehad van de discussies met de consortiumpartners. Dit rapport had niet geschreven kunnen worden zonder de enthousiaste inbreng en medewerking van alle bedrijfsleven partijen uit de betonketen die zijn geïnterviewd. Het rapport is grotendeels gebaseerd op hun kennis, ervaring en inzichten. De interviews die met deze partijen zijn gehouden hebben tevens tot doel gehad om draagvlak en enthousiasme te creëren om gezamenlijk te werken aan een circulaire betonketen in de regio.

Dank gaat uit naar alle betrokkenen, ondernemers, onderzoekers, beleidsmakers en andere stakeholders die hebben bijgedragen aan deze eindrapportage. Het onderzoek is een mooie stap in een beweging naar meer circulariteit en toekomstbestendigheid.

Marco Verloop
Wethouder gemeente Veenendaal
Lid van de Versnellingskamer van Living Lab Regio Foodvalley Circulair

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Beton is een bouw materiaal dat is samengesteld uit met name cement, water en zand, grind en/of steenslag. Zand en grind worden wereldwijd schaarser en mogen over enkele jaren niet meer in Nederland gewonnen worden. Als de politiek geen nieuwe vergunningen verleent voor het winnen van zand en grind in Nederland, stijgen de grondstofprijzen als gevolg van het aflopen van huidige vergunningen (Kamerstukken II, 2022Z06601, 2022). Betonfabrikanten zoeken om deze redenen naar hoogwaardige, gecertificeerde en gerecyclede alternatieven hiervoor. Op het gebied van betonrecycling is weinig (netwerk)samenwerking tussen de verschillende organisaties in de regio. Om die reden kwam vanuit het Living Lab Regio Foodvalley Circulair het verzoek aan het Lectoraat Dienstbaar Organiseren van de CHE om onderzoek te verrichten naar betonrecycling-netwerken in de Regio Foodvalley. Een student Bedrijfskunde (Toni Rijkaart) van de CHE heeft hier van november 2022 tot mei 2023 een afstudeeronderzoek naar gedaan. Door het onderzoek is er een solide basis ontstaan voor het betonrecycling-netwerk, dat theoretisch is onderbouwd. De verschillende actoren die deelnamen aan het onderzoek zijn overeengekomen om samen vervolgstappen te zetten om te komen tot een succesvolle regionale circulaire betonketen.

Meer dan de helft van de boerenbedrijven moet stoppen of krimpen vanwege de stikstofaankoop en andere regels en beleidsdoelen. Daardoor zal de komende jaren naar verwachting een fors aantal boeren stoppen met het houden van dieren en ontstaat in Regio Foodvalley een enorme oppervlakte aan vrijkomende agrarische bebouwing (VAB). Betonpuin uit de sloop van VAB wordt door betonfabrikanten gezien als een alternatieve grondstofstroom voor de betonproductie. De CHE heeft een subsidie ontvangen om van 1 september 2023 tot 31 augustus 2024 vervolgonderzoek te doen naar een circulaire betonketen uit VAB. Het consortium bestaat uit de CHE, Bosch Beton en Living Lab Regio Foodvalley Circulair en betreft een nieuw netwerk.

1.2 Probleemstelling

Hergebruik van bewerkt betonpuin als toeslagmateriaal in nieuw beton vindt nog maar beperkt plaats in Nederland. De gezamenlijke ambitie om de betonketen verder te verduurzamen, is landelijk vastgelegd in het Betonakkoord. Eén van de daarin gestelde doelen is 100% hoogwaardig hergebruik van vrijkomend beton in 2030 (Van der Wegen et al., 2023). Er is op dit moment onvoldoende handelingsperspectief om de beoogde transitie richting een circulaire betonketen te realiseren. Regio Foodvalley kenmerkt zich door een groot aantal bedrijven die actief zijn in de betonindustrie. Door hergebruik van beton, betongranulaat, zand en grind kan de sector de CO₂ footprint in de komende jaren aanzienlijk verlagen. En dat is nodig, want de Nederlandse economie moet in 2050 volledig draaien op herbruikbare grondstoffen. Om de transitie naar een circulaire betonketen waarin slooppuin hoogwaardig en regionaal wordt hergebruikt te kunnen versnellen, is regionale samenwerking nodig met alle partijen die daarin een rol en verantwoordelijkheid hebben: opdrachtgevers, leveranciers van grondstoffen, betonmortel en prefab, overheid (Rijksoverheid, provincies en gemeenten), bouwbedrijven, sloop- en recyclingbedrijven, ingenieursbureaus en onderwijsinstellingen.

1.3 Doelstelling

Doelstelling van het onderzoek is de belangrijkste knelpunten in kaart te brengen, waardoor circulair slopen en hoogwaardig hergebruik van betongranulaat onvoldoende worden gestimuleerd en verankerd zijn binnen de sector. Door het inventariseren van deze knelpunten kunnen mogelijke oplossingsrichtingen worden geformuleerd.

1.4 Vraagstelling

Centrale onderzoeksvragen zijn:

Welke knelpunten worden ervaren om te komen tot een circulaire betonketen waarin slooppuin uit VAB hoogwaardig en regionaal wordt hergebruikt in Regio Foodvalley?

Wat zijn oplossingsrichtingen waardoor circulair slopen en hoogwaardig hergebruik van betongranulaat kan worden gestimuleerd en verankerd binnen de sector?

1.5 Werkwijze

Het onderzoek is uitgevoerd in nauwe samenwerking tussen de onderzoekers van het Lectoraat Dienstbaar Organiseren van de CHE (Henk Kievit, Noen Lambers en Sanne van der Hoef) en de consortiumpartners Bosch Beton (Brechtje van den Beuken) en Living Lab Regio Foodvalley Circulair (Carolien Huisman en Wicha Benus).

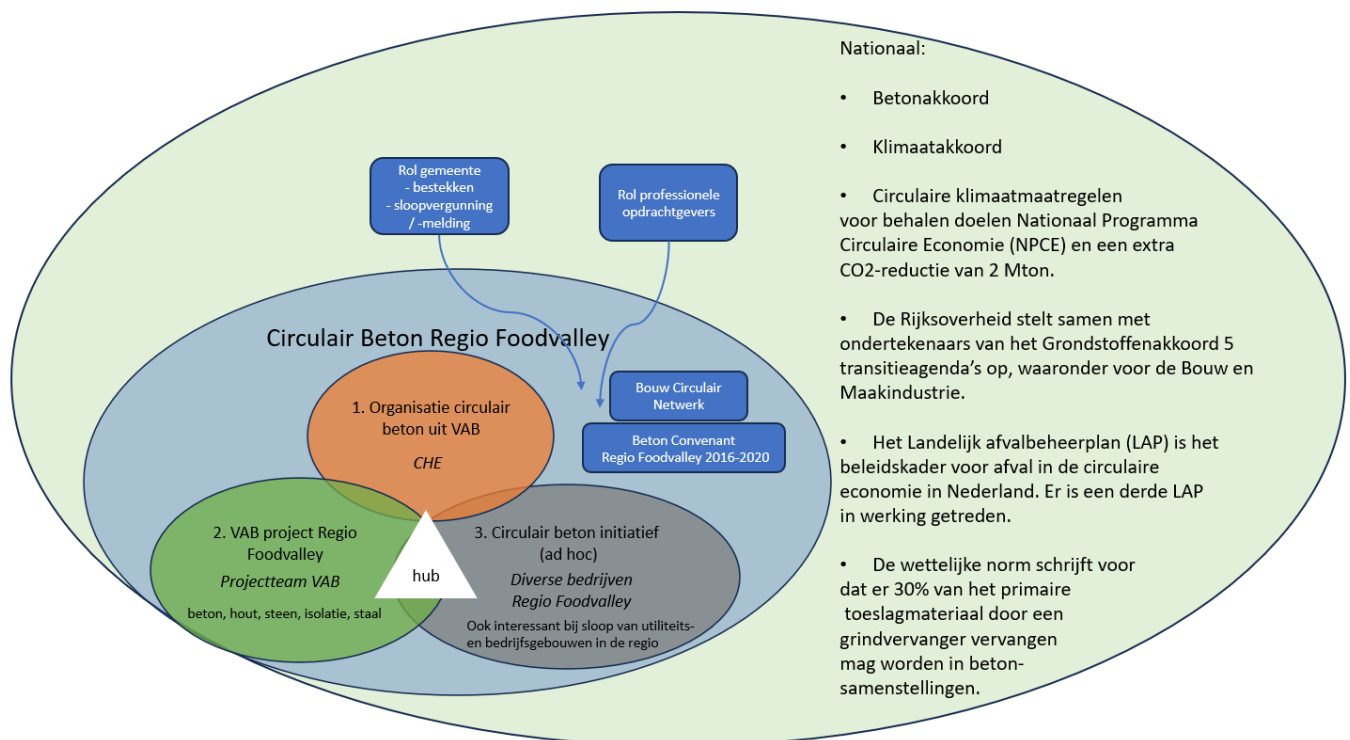
In de studie is gekozen voor het uitvoeren van een kwalitatief onderzoek, waarbij gebruik is gemaakt van diepte-interviews met vertegenwoordigers van bedrijfsleven partijen uit de circulaire betonketen van VAB. Daarnaast is deskresearch verricht. In Bijlage 1 is een lijst opgenomen van personen die in het kader van het onderzoek zijn geïnterviewd. Er zijn 3 boeren geïnterviewd die gebruik maken van de landelijke stoppersregeling en hun stallen laten slopen. Zij wilden anonimiteit blijven en dat geldt ook voor een sloper die is geïnterviewd.

Op 11 juli 2024 heeft een eindbijeenkomst van het project plaatsgevonden met een presentatie van de onderzoeksresultaten en een dialoogsessie met belanghebbenden en stakeholders uit de (regionale) betonketen om de transitie naar een circulaire betonketen in de regio te kunnen versnellen. De uitnodiging van deze bijeenkomst is weergegeven in Bijlage 2. Alle communicatie-activiteiten van het project zijn weergegeven in Bijlage 3.

De consortiumpartners hebben feedback gegeven op de opzet van het onderzoek, de data-analyse en op de tekstuele weergave van deze eindrapportage. Doordat het onderzoek in samenwerking met Bosch Beton vanuit het bedrijfsleven is uitgevoerd, zijn veel onderdelen van deze eindrapportage geschreven vanuit het perspectief van deze betonfabrikant.

1.6 Scope onderzoek

In Figuur 1 is de scope van het onderzoek weergegeven en welke regionale initiatieven en nationale ontwikkelingen van belang zijn. Dit CHE onderzoek gaat over hergebruik van beton, de andere initiatieven in de regio zijn breder en richten zich bijvoorbeeld ook op hergebruik van hout, steen, isolatie en staal. Zo is er een VAB project Regio Foodvalley, waar de gemeente Barneveld ambtelijk trekker van is. Samen met ingenieursbureau BOOT, aannemersbedrijf Roseboom, stallenbouwer G. van Beek en Zn en de Rabobank wil de gemeente Barneveld in dit project ervaring opdoen met circulair slopen en bouwen en de materialen uit vrijgekomen agrarische bebouwing goed hergebruiken. Met een tijdelijke (materialen)hub in een vrijgekomen stal in Barneveld, als informatiepunt en locatie voor opslag en verwerking van sloopmaterialen, willen de partijen in dat project experimenteren en kennisdelen (Regio Foodvalley, 2023). De uitdaging ligt in het verbinden van vraag en aanbod van materialen die uit circulair slopen vrijkomen. Met een hub kunnen bouwstromen, zoals betonpuin, centraal in de regio worden ingezameld, verwerkt en beschikbaar gesteld.



Figuur 1 - Scope van het onderzoek: Organisatie circulair beton uit VAB (oranje cirkel)

Er heeft op 4 oktober 2023 een afstemmingsoverleg plaatsgevonden tussen de projectleider (Noen Lambers) van dit onderzoek en de ambtelijk trekker van het VAB project Regio Foodvalley (Martine Burgstaller) en Wicha Benus. Wicha Benus is zowel bij het CHE onderzoek betrokken, als bij het VAB project, en vervult zo een verbindende schakel tussen beide projecten.

Naast het VAB project Regio Foodvalley zoeken partijen elkaar in de regio ad hoc op in een micro systeem. Iedereen doet dat met zijn eigen partners en dit vindt naast VAB ook in andere sectoren plaats. Het gaat dan bijvoorbeeld om ketens die gevormd worden bij materialen die vrijkomen vanuit de sloop van utiliteits- en bedrijfsgebouwen.

1.7 Leeswijzer

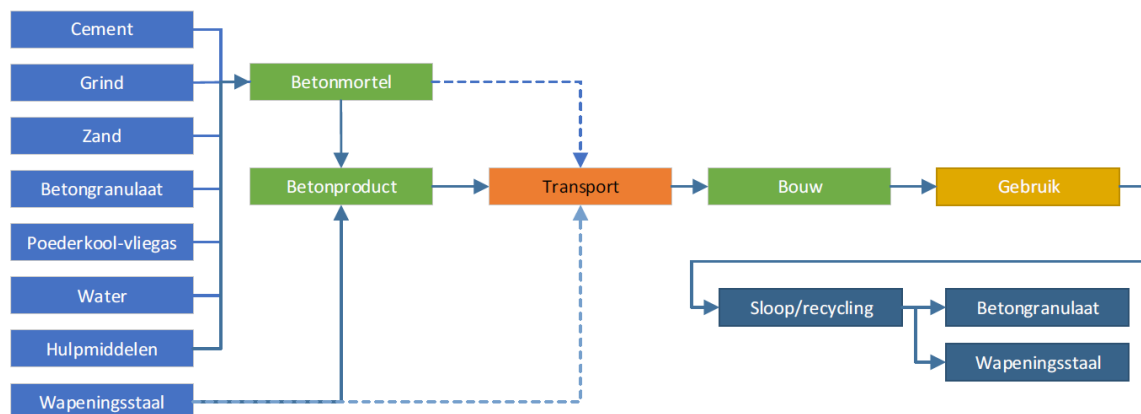
Hoofdstuk 2 begint met een beschrijving van de circulaire betonketen en de ketenschakels die specifiek gelden voor VAB. In hoofdstuk 3 wordt het milieubelang weergegeven van het lokaal of regionaal transporteren van gebroken betonpuin voor de verwerking in nieuw circulair beton. Omdat betonpuin uit de sloop van vrijkomende agrarische bebouwing (VAB) door betonfabrikanten gezien wordt als een alternatieve grondstofstroom voor de betonproductie, gaat hoofdstuk 4 hier verder op in. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 het belang van betonrecycling uitgelegd door overheidsdoelstellingen weer te geven en feiten en cijfers met betrekking tot de klimaatimpact van beton. In hoofdstuk 6 worden de belangrijkste knelpunten in kaart gebracht waarom betonrecycling nog onvoldoende van de grond komt en de rol van de overheid in gewenste oplossingsrichtingen. Om de beoogde transitie richting een circulaire betonketen te realiseren is in hoofdstuk 7 theorie weergegeven rondom duurzame markttransformaties en uitgewerkt in welke fase van markttransformatie Bosch Beton zich op dit moment bevindt. Tenslotte zijn in hoofdstuk 8 conclusies weergegeven van het onderzoek en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

2. Beschrijving circulaire betonketen uit VAB

Grondstoffen worden schaarser en hergebruik van materialen neemt toe. Een circulaire betonketen, waarin slooppuin hoogwaardig en regionaal wordt hergebruikt, lijkt veel perspectief te bieden (Regio Foodvalley, 2023). Betonpuin uit de sloop van vrijkomende agrarische bebouwing (VAB) wordt door betonfabrikanten gezien als een alternatieve grondstofstroom voor de betonproductie. In dit hoofdstuk wordt de circulaire betonketen uit VAB nader beschreven.

2.1 Waardeketen van beton

Beton wordt gemaakt van een combinatie van cement (het hoofdbestanddeel), zand en grind, water en eventuele hulpstoffen, alle met een eigen specifieke functie. Bij circulariteit kijk je verder dan je eigen rol in de keten, want in iedere schakel van die keten wordt waarde toegevoegd. De waardeketen van beton is te onderscheiden in achtereenvolgens de grondstoffase, productiefase, transportfase, gebruiksfase en sloop/recyclingfase. In Figuur 2 is dit globaal schematisch weergegeven (Kunst, 2024).



Figuur 2 - Schematisch overzicht van ketenfasen voor beton (Bron: Koninklijke Oosterhof Holman)

Beton wordt geproduceerd in de betoncentrale door de grondstoffen zoals hierboven beschreven te mengen. Bij grote projecten kan een betoncentrale op de bouwlocatie zelf worden geplaatst, of het beton kan via vrachtwagens worden aangevoerd (Kunst, 2024).

Zand en grind worden wereldwijd schaarser en mogen over enkele jaren niet meer in Nederland gewonnen worden. Als de politiek geen nieuwe vergunningen verleent voor het winnen van zand en grind in Nederland, stijgen de grondstofprijzen als gevolg van het aflopen van huidige vergunningen (Kamerstukken II, 2022Z06601, 2022). Betonfabrikanten zoeken om deze redenen naar hoogwaardige, gecertificeerde en gerecyclede alternatieven hiervoor. Betongranulaat wat betonfabrikanten nu bijvoorbeeld gebruiken als toeslagmateriaal voor nieuw beton is graniet. Dit wordt geïmporteerd uit Noorwegen en Schotland, zo bleek uit een gesprek met een betonfabrikant (B. Van den Beuken, persoonlijke communicatie, 27 november 2023). Er is milieuwinst te behalen als dit granulaat wordt vervangen door granulaat van slooppbeton.

2.2 Circulaire Betonketen

De standaard is nu dat gebouwen zo goedkoop mogelijk, niet circulair, worden gesloopt en betonpuin laagwaardig hergebruikt wordt als funderingsmateriaal onder wegen. De wettelijke norm schrijft voor dat er 30 procent van het primaire toeslagmateriaal door een grindvervanger vervangen mag worden in betonsamenstellingen (Betonhuis, 2023). Er is een transitie nodig naar een circulaire betonketen waarin slooppuin hoogwaardig en regionaal wordt hergebruikt. Hergebruik van bewerkt betonpuin als toeslagmateriaal in beton vindt nog maar beperkt plaats in Nederland. De gezamenlijke ambitie om de betonketen verder te verduurzamen, is landelijk vastgelegd in het Betonakkoord. Eén van de daarin gestelde doelen is 100% hoogwaardig hergebruik van vrijkomend beton in 2030 (Van der Wegen et al., 2023).

Het grootste deel van het betonpuin wordt verwerkt tot betongranulaat, dat direct als fundering wordt ingezet. Schoon betonpuin kan ook worden gebroken tot een grove en fijne fractie die beide ingezet kunnen worden in nieuw beton, ter vervanging van zand en grind. Dit gebeurt in de praktijk met een klein deel van het betonpuin (en menggranulaat). Er is strengere selectie en er zijn strengere eisen aan de reinheid van het granulaat, daarom vindt vaak een wasstap plaats. De fijne fractie die ontstaat bij de breekstappen en het slib dat ontstaat bij het wassen fungeren als zandvervanger (CE Delft, 2016).

Met circulair slopen kunnen ‘gewonnen’ grondstoffen zo goed mogelijk opnieuw ingezet worden. Bij het inzetten van betonpuin tot granulaat in nieuw beton is er sprake van recycling, omdat onderdelen of producten tot ‘grondstof’ terug gebracht worden en als recyclaat verwerkt worden in nieuwe producten of toepassingen. Het materiaal blijft daarmee in de eigen keten en verliest zijn waarde als grondstof niet (Betonhuis, 2020). In Bijlage 4 is weergegeven welke stappen er gezet kunnen worden om tot een circulaire betonketen te komen.

Om afvalstromen als grondstof zo hoogwaardig mogelijk in te zetten, zoals betonpuin, wordt vaak de Ladder van Lansink toegepast, zie Figuur 3.



Figuur 3 - Ladder van Lansink - aangepast door Jacqueline Cramer (Bron: Ingenii Bouwinnovatie)

Recycling vindt plaats door betonpuin te breken tot betongranulaat en daarna toe te passen als secundaire bouwstof. Gerecycled beton is betonmortel op basis van secundaire grondstoffen zoals gerecycled zand, grind of betongranulaat (Jansen, 2024). Dit is volgens de Ladder van Lansink niveau 8 van circulariteit. De milieuwinst die ontstaat bij betonrecycling is afhankelijk van de toepassing van het gerecycled materiaal. Recycling tot fundering en tot oorspronkelijke componenten sparen in theorie milieu-intensieve materiaal uit (zandcement, cement, superplast). Daardoor hebben zij de meeste milieuwinst. Recycling tot granulaten (grof en fijn) waarbij grind en zand wordt uitgespaard hebben een lagere score, omdat de winst door uitgespaarde materialen veelal lager is dan de impact van verwerking en transport. Kanttekening daarbij is wel dat het nieuwe beton, met betongranulaat als secundaire bouwstof, nadien opnieuw kan worden gerecycled tot fijne en grove fractie. Hierbij doorloopt het dezelfde recycleprocessen als de eerste keer en is er met recycling tot oorspronkelijke componenten een gunstige score op de schade op endpoint-niveau (CE Delft, 2016).

Slopers brengen betonpuin vaak bij een afvalverwerking. Afvoerkosten voor betonpuin zijn lager dan voor mengpuin, dus slopers willen graag dat het geaccepteerd wordt als betonpuin. Het wordt soms afgekeurd tot mengpuin, omdat er bijvoorbeeld teveel metselpuin in zit om het als betonpuin te accepteren. Bijmengingen met zand en afval (plastic en hout) kunnen ook tot afkeur leiden, waarbij sortering en/of zeven van het materiaal soms uitkomst kan bieden om alsnog verwerkt te worden tot recyclinggranulaat. Afvalverwerkers innoveren om puinrecycling zo hoogwaardig mogelijk te laten verlopen. Zo is Vink uit Barneveld bezig met de ontwikkeling van een nieuwe efficiënte machine om alle vuil, die in betonpuin aanwezig is, er uit te halen. Het gaat om een zeefmachine met blazers en afzuigers voor het verwijderen van o.a. hout en plastic, zo bleek uit een interview met Vink. Een afvalverwerker heeft vaak een betonpuin acceptant in dienst als kwaliteitscontroleur. De acceptant ziet met het blote oog of er teveel rommel in zit. Recycle en hergebruik vindt plaats onder certificaat, waarmee de kwaliteit is geborgd (D. Van de Streek, persoonlijke communicatie, 18 januari 2024).

2.3 Betongranulaat uit vrijkomende agrarische bebouwing (VAB)

Betonpuin uit de sloop van vrijkomende agrarische bebouwing (VAB) wordt door betonfabrikanten gezien als een alternatieve grondstofstroom voor de betonproductie. Meer dan de helft van de boerenbedrijven moet stoppen of krimpen vanwege de stikstofaankpak en andere regels en beleidsdoelen. Daardoor zal de komende jaren naar verwachting een fors aantal boeren stoppen met het houden van dieren en ontstaat in Regio Foodvalley een enorme oppervlakte aan VAB. VAB bestaat voor 56% uit beton en 28% uit metselwerk (HU Utrecht, 2018). De stromen worden op dit moment veelal laagwaardig hergebruikt als funderingsmateriaal onder wegen. Bij demontage van VAB (het separaat breken van beton- en metselpuin) kunnen de stromen worden hergebruikt door betonfabrikanten voor hoogwaardige betonproducten, waardoor de cirkel wordt gesloten.

In Figuur 4 zijn de ketenschakels van de circulaire betonketen uit VAB weergegeven en hoe zij te bereiken zijn, namelijk via hun vertegenwoordigers en communicatiedoelgroepen.

Product	Ketenschakel	Vertegenwoordiging	Communicatiedoelgroepen
Vrijkomende agrarische bebouwing	Stoppende boeren	LTO Noord (afdeling Gelderse Vallei)	LTO Noord (voorzitter afdeling Gelderse Vallei)
			Zaakbegeleider van stoppende boer vanuit RVO
			Erfbetreders: -Accountants -Makelaars -Banken -Adviseurs (Van Westreenen en Landborg zijn genoemd door respondenten) -Sloopmetermakelaars (Addy Ruitenbeek is genoemd door een respondent)
		Platform Circulaire Toekomst Buitengebied	Ambassadeurs Platform Circulaire Toekomst Buitengebied: - Roseboom - Gemeenten Regio Foodvalley - Rabobank Gelderse vallei - Ingenieursbureau Boot - G. van Beek & Zn
Beton- en metselwerkpuin	Sloopbedrijf/recyclingbedrijf	Bouw- en sloopafvalbewerkingsinrichtingen, voor een groot deel lid van Belangenvereniging Recycling Breken en Sorteren (BRBS) en Branchevereniging Mobiele Recycling (BMR)	-Boot Ingenieurs -Onderzoekers asbest/bodem/flora en fauna etc. -Adviseurs sloopmeters
Betongranulaat	HUB	Door lokale ketenpartijen die hier in willen deelnemen.	
	Marktplaats Insert	Boot, SGS en RPS zijn partners van Stichting Insert	
Nieuwe circulaire betonproducten	Betonproducent	Betonhuis	
Toepassing circulair beton (in bijv. bouwprojecten)	Gemeenten (bijvoorbeeld als opdrachtgever van bouwproject)	Regio Foodvalley	
	Bouwbedrijven	Bouwend Nederland	

Figuur 4 - Ketenschakels van de circulaire betonketen uit VAB en hun vertegenwoordigers en belangrijke spelers in de communicatie

3. Breken tot betongranulaat

Betongranulaat wordt verkregen door het breken en zeven van betonpuin dat vrijkomt uit de sloop van werken. Na bewerking is het overgrote deel van het betonpuin, in de vorm van recyclinggranulaten, geschikt voor hergebruik (Rijkswaterstaat, 2024). Door slooppuin te scheiden, kan het hoogwaardiger hergebruikt worden. In dit hoofdstuk wordt dit nader toegelicht en het milieubelang weergegeven van het lokaal of regionaal transporteren van gebroken betonpuin voor de verwerking in nieuw circulair beton.

3.1 Fracties betongranulaat

Betongranulaat wordt verkregen uit betonpuin, dat vrijkomt bij het slopen van constructies die beton bevatten. Na het breken, zeven en reinigen kan het verkregen granulaat uitstekend worden hergebruikt. Het toepassen van recyclinggranulaat in beton wordt onder certificaat BRL 2506 geproduceerd (Kiwa, 2024). Men spreekt van betongranulaat als het materiaal voor meer dan 90% uit beton bestaat (ZandCompleet, 2024). Met behulp van bijvoorbeeld een breker, zeefinstallatie, windshifter en wasinstallatie wordt deze geschikt gemaakt voor de betonindustrie.

De breker wordt afgesteld op het gewenste producttype, waarna door zeven bijvoorbeeld de fracties 0/4, 4/16 en >16 ontstaan. In die 4/16 zit een bepaald gedeelte fijne fractie. De fractie heeft alles te maken met de korrelgrootte. Bij bijvoorbeeld 0/40 kent de korrelgrootte een maximale omvang van 4 centimeter. Aan de korrelverdeling zijn eisen verbonden, er moeten grote en kleinere korrels tussen zitten. Zijn alle korrels boven de 4/16, dan gaat het weer terug de breker in. Indicatief kan worden gesteld dat bij het verwerken van betonpuin tot granulaat naar verhouding de volgende percentages van fracties vrijkomen:

- 50% = 0/4
- 50% = 4/16 (D. Van de Streek, persoonlijke communicatie, 18 januari 2024)

De korrelfracties 4/16 en 4/22 worden door de betonindustrie afgenomen als grof toeslagmateriaal of grindvervanger in betonsamenstellingen. De korrelfractie 0/4 wordt vooral toegepast als vervanger voor o.a. brekerzand in de wegebouw. Daarnaast wordt de fractie 0/4 ook toegepast als betonzand voor het bereiden van betonmortel.

Betongranulaat dat aan het eind van de levensduur na sloop en breken ontstaat, wordt opnieuw ingezet als grondstof. Het kan zowel het zand als het grind vervangen, mits het uitermate strenge kwaliteitseisen voldoet, zonder dat de constructieve rekenregels aangepast hoeven te worden. Maar vermenging kan niet oneindig plaatsvinden zonder dat dit kwaliteitsverlies oplevert. Een betontechnoloog heeft veel kennis over de toepassingsmogelijkheden van circulair beton en kan het juiste mengsel kiezen bij een nieuw project (Circulair West, z.d.).

Bosch beton maakt beton met hogere milieu- en sterkteklassen, namelijk beton met sterktes van C60/75. De betonfabrikant zou graag zien dat ze in hun projecten de wettelijke norm behalen van 30 procent van het primaire toeslagmateriaal dat door een grindvervanger vervangen mag worden in betonsamenstellingen. Gerekend naar beschikbaarheid en betaalbaarheid sluiten percentages tussen 10 en 20 procent naar schatting van Bosch Beton aan bij de marktsituatie en huidige praktijk (B. Van den Beuken, persoonlijke communicatie, 20 juni 2023).

3.2 Transportafstanden tussen sloop, breken en hergebruik in nieuw beton

In het milieuvoordeel van het toepassen van betongranulaat zijn de transportafstanden tussen sloop, breken en hergebruik in nieuw beton bepalende factoren. Deze afstanden moeten klein zijn om er een milieuvoordeel uit te halen (GMB, 2019). Om gebruikt beton zo circulair mogelijk in te zetten, is het van belang dat betonpuin zo lokaal of regionaal mogelijk wordt getransporteerd om verwerkt te worden in circulair beton.

Er zijn grofweg 3 scenario's denkbaar als het gaat om transportafstanden tussen sloop, breken en hergebruik in nieuw beton:

1. Scenario 1
Transport betonpuin vanaf slooplocatie, breker op vaste locatie, transport, inzet als funderingsmateriaal/betongranulaat.
2. Scenario 2
Transport betonpuin vanaf slooplocatie, HUB-locatie¹, transport, inzet als funderingsmateriaal/betongranulaat
3. Scenario 3
Mobiele breker op (VAB-)locatie, transport, inzet als funderingsmateriaal/betongranulaat

¹ Een HUB-locatie is een plek in de regio waar bouwstromen zoals beton centraal worden ingezameld, verwerkt en beschikbaar gesteld.

Bij ieder sloopproject moet gekeken worden naar deze 3 scenario's en welk scenario gepaard gaat met de minste transportbewegingen en daardoor de grootste milieuwinst heeft. Hergebruik binnen de regio zal tot minder transport leiden. Het is goed als de slopers met lokale verwerkers samenwerken. De verwerker kan het transport organiseren en mogelijk combineren met ander transport in de regio. Er kan bespaard worden op onnodig transport door op logistiek gebied samen te werken (Circulair West, z.d.).

3.3 Afwegingen om op slooplocatie of vaste locatie te breken

Puinbrekers kunnen onder andere worden onderverdeeld in mobiele puinbrekers en stationaire puinbrekers. Van mobiel breken is sprake als er voor een periode van maximaal 3 maanden op de slooplocatie wordt gebroken. In andere gevallen is sprake van stationair breken (Rijkswaterstaat, 2023). De afweging of er op de slooplocatie gebroken wordt of op een stationaire locatie bij VAB, hangt van een aantal factoren af:

1. De toepassing van het granulaat. Menggranulaat is gebroken metselwerk en puin en is het meest voorkomende soort granulaat. Het wordt meestal met de handelsmaat 0/31,5 geleverd. Het moet ten minste 45% beton bevatten (Standaard RAW Bepalingen) en voor het overige uit andere steensoorten. Dit materiaal vindt brede toepassing in funderingslagen. Vanwege de kosten van certificering en de te leveren hoeveelheden, zijn vanuit de meeste mobiele puinbrekers alleen gecertificeerd voor menggranulaat voor de wegenbouw. Het certificaat omvat zowel civieltechnische als milieu hygiënische kwaliteit (besluit bodemkwaliteit). Voor de niet gecertificeerde producten is men aangewezen op andere bewijsmiddelen (partijkeuring). Andere producten die met een mobiele breker worden geproduceerd zijn betongranulaat en asfaltgranulaat (Milieudienst, 2007). Een aantal mobiele brekers verkleinen steenachtige afvalstoffen, maar resulteren niet in een partij KOMO (en/of NL-BSB) gecertificeerd recyclinggranulaat. Met een partij gebroken materiaal waarvan geen civieltechnische en milieu hygiënische gegevens bekend zijn, kun je niets omdat de partij een onbekende kwaliteit heeft. De BRL 2506-certificering is essentieel voor iedereen die actief is in de recyclinggranulaten-sector. Deze certificering garandeert dat gerecyclede granulaten die worden gebruikt in beton, wegenbouw, grondbouw en werken voldoen aan hoge kwaliteitsnormen (D. Van de Streek, persoonlijke communicatie, 15 februari 2024).
2. De vrijkomende hoeveelheid en soort puin en of het ter plaatse kan worden toegepast. Zo kan bij sloopobjecten, waarbij veel metselwerkpuin en een geringe hoeveelheid betonpuin vrijkomt, ter plaatse geen menggranulaat worden geproduceerd, omdat het gehalte beton in menggranulaat minimaal 45% moet zijn. Daarnaast is het bij kleine hoeveelheden vaak niet lonend om mobiel te breken. Aanvoer van elders, van buiten de locatie, is verboden (BRBS, 2008). Omdat boeren die gebruik maken van de stoppersregeling vaak niet opnieuw mogen bouwen, maar hun stallen moeten slopen en verwijderen, is breken op locatie ook minder aantrekkelijk. Als je het meng- of betonpuin ter plaatse kunt hergebruiken voor om en onder een nieuw pand, weg of pad is een mobiele breker op locatie aantrekkelijker. Een breker op locatie is vooral voor mengpuin, dat hoeft minder schoon te zijn en het geproduceerde menggranulaat kan vaak wel naar een ander werk toe, zodat de locatie opgeruimd en opgeleverd kan worden (W. Bouw, persoonlijke communicatie, 18 januari 2024).
3. Of het rendabel is om een mobiele breker in te zetten hangt uiteraard af van de te realiseren marge en de kosten (aan- en afvoer materieel, kwaliteitskosten, etc.). Veelal zijn kleinere brekers economisch makkelijker inzetbaar op kleine projecten. De keuze van breken op locatie of op een vaste locatie of werf ligt vooral bij de sloper. Hoe meer betonpuin gebroken moet worden, hoe aantrekkelijker het is om te breken op locatie (Milieudienst, 2007). Veel sloop-, en infra aannemers hebben geen machines voor puinbreken, omdat het dure machines zijn. Wanneer er niet voldoende puin is om de machine constant/jaar rond bezet te hebben wordt de kostprijs te hoog. Ook certificering voor betongranulaat breken is kostbaar en afhankelijk van tonnen en kwaliteit die je maakt volgens een bonus-malus systeem (W. Bouw, persoonlijke communicatie, 18 januari 2024).
4. Of er schone ondergrond is waarop het gebroken betonpuin gestort kan worden uit de mobiele breker. Betonpuin uit te slopen stallen met een mobiele breker op locatie verwerken is lastig, omdat het betongranulaat brandschoon moet blijven. Het terrein moet schoon en verhard zijn. Omdat alles gesloopt wordt bij de stoppersregeling, moeten boeren mogelijk ook hun erf verwijderen en is er geen verhard terrein waar het granulaat kan liggen. Het moet niet met ondergrond van zand of grond vermengd worden. Op de werf van een bedrijf dat gericht is op puinrecycling, is alles verhard en kan betongranulaat schoon opgeslagen worden (W. Bouw, persoonlijke communicatie, 18 januari 2024).
5. De afstand tot een stationaire locatie. Wanneer een locatie met een vaste puinbreker op een grote afstand ligt van de slooplocatie, is het vaak niet rendabel het puin af te voeren naar de stationaire locatie en wordt het puin op de slooplocatie gebroken. Op vaste locaties kan een stationaire puinbreker actief zijn, maar kan ook puin worden verzameld, waarvoor periodiek een mobiele puinbreker wordt ingezet (Rijkswaterstaat, 2023).

4. Beton uit vrijkomende agrarische bebouwing

Betonpuin uit de sloop van vrijkomende agrarische bebouwing (VAB) wordt door betonfabrikanten gezien als een alternatieve grondstofstroom voor de betonproductie. De hoeveelheid aan materiaal dat door de sloop van vrijkomende agrarische bebouwing op de markt komt, is groot in Regio Foodvalley en de moeite waard om een duurzame oplossing voor te vinden. Van stallen die worden gesloopt verlaten potentiële bouwmaterialen- en grondstoffen nu meestal lineair de keten, waardoor nieuwe materialen geproduceerd moeten worden met een onnodig hoge CO₂-uitstoot (Ypma, 2020). Dit hoofdstuk geeft meer zicht op het circulair slopen van VAB en het verdienmodel daarvan.

4.1 Slopen en verwijderen stallen via stoppersregeling boeren

Gemeenten binnen Regio Foodvalley zien in het buitengebied de komende jaren veel vrijkomend vastgoed ontstaan, waarbij het vooral om stallen gaat. In Figuur 5 is het verwacht aantal m² vrijkomend staloppervlak tot 2030 weergegeven van vele honderden bedrijven voor de gemeenten in Regio Foodvalley en Regio Amersfoort (Hubers et al., 2020). De 8 gemeenten van Regio Foodvalley zijn rechts weergegeven van de blauwe lijn. Er bevinden zich veel potentiële stoppers boven de 55 jaar in Regio Foodvalley volgens een onderzoek van WUR (Venema et al., 2022).

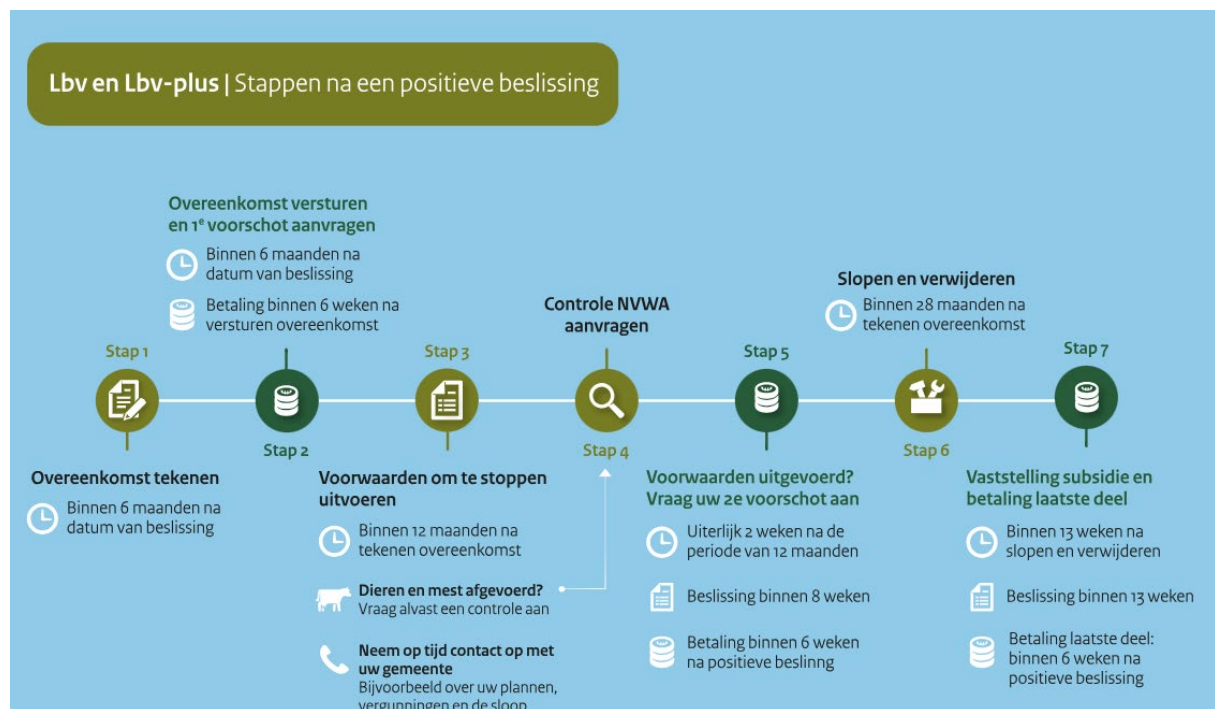


Figuur 5 - Overzicht VAB opgave (m² per gemeente) van de regio's Foodvalley en Amersfoort, rechts van blauwe lijn 8 gemeenten Regio Foodvalley (Bron: Hubers et al., 2020)

De LBV+ (Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties met piekbelasting) is de opkoopregeling voor piekbelasters. Bedrijven met melkvee, kippen, kalkoenen, varkens of vleeskalveren die minimaal 2.500 mol/jaar aan stikstofdepositie veroorzaken op Natura 2000-gebieden binnen 25 km van hun locatie komen voor deze regeling in aanmerking (De Haan, 2023). De meeste boeren uit Regio Foodvalley zijn piekbelasters (W. Brouwer, persoonlijke communicatie, 27 oktober 2023). Voor de algemene regeling LBV konden veehouders zich tot en met 1 december 2023 aanmelden. De specifieke opkoopregeling voor piekbelasters liep aanvankelijk tot begin april 2024, maar de aanvraagperiode is verlengd tot en met 20 december 2024 (Rijksoverheid, 2024).

Als boeren gebruik willen maken van de stoppersregelingen, dan moeten ze in principe alle stallen en de mest- en voeropslagen verwijderen. Er kan een ontheffing worden aangevraagd als boeren de stallen voor een ander doel dan het houden van dieren met productierechten willen gaan gebruiken. De gemeente moet dan wel met deze activiteit instemmen (Rijksoverheid, 2024). Uit de stallen komen bij het slopen talloze herbruikbare materialen vrij, waaronder veel beton.

Als de subsidieaanvraag voor LBV+ is gehonoreerd, volgen een aantal stappen die in Figuur 6 in beeld zijn gebracht.



Figuur 6 - Te nemen stappen in de LBV+ regeling (Bron: RVO)

4.2 Planning slopen

Stoppende boeren moeten hun stallen binnen 28 maanden na sluiting van de overeenkomst slopen en verwijderen (RVO, 2024). Bij de stoppersregelingen LBV en LBV+ is het zaak om strak te plannen, omdat anders voorschotten niet worden uitgekeerd door RVO. Slopen doen de meeste veehouders vaak maar één keer in hun leven. Doordat veehouders hier weinig ervaring mee hebben, kunnen ze moeilijk inschatten waar ze op moet letten en hoeveel tijd het kost om vergunningen voor elkaar te krijgen en onderzoek te laten doen. Om toestemming voor sloop te krijgen, is het nodig om aanvullende onderzoeken uit te laten voeren. Hieronder een aantal zaken die geregeld moeten worden bij de sloop van VAB:

1. Sloopmelding/vergunning. Het is per veehouder verschillend of een sloopvergunning of sloopmelding nodig is. Een vergunningstraject kan veel langer duren.
2. Flora en fauna onderzoek. In de praktijk blijkt dat er regelmatig beschermde diersoorten, zoals uilen en vleermuizen, worden aangetroffen in te slopen stallen. Het kan vertragend werken als er aanvullend onderzoek nodig is dat jaar rond of in bepaalde jaargetijden moet worden uitgevoerd. Ook kunnen (aanvullende onderzoeken en te nemen maatregelen, die de negatieve effecten van de ontwikkeling verminderen, hoge kosten met zich meebrengen.
3. Asbestinventarisatie van gebouwen die gesaneerd moeten worden.
4. Bodemonderzoek
 - a. naar asbest en polychloorbifenylen (PCB) in de druppelzones
 - b. olietank (Anoniem, 2023)
5. Sloopmeters. Bij de sloop van VAB komen sloopmeters vrij. Dit houdt in dat het slopen van vierkante meters opstellen nieuwe vierkante meters bouwrecht oplevert. Deze sloopmeters kunnen ingezet worden voor het bouwen van een ander object op dezelfde locatie, of op een andere locatie binnen dezelfde gemeente (sloopmeters.nl, z.d.).
6. In het bestemmingsplan staat of een omgevingsvergunning noodzakelijk is. Als een bouwwerk een monument is, is altijd een vergunning nodig.
7. Bij een bedrijfsbeëindiging of functieverandering is het regelen van een herbestemming in het bestemmingsplan van belang.

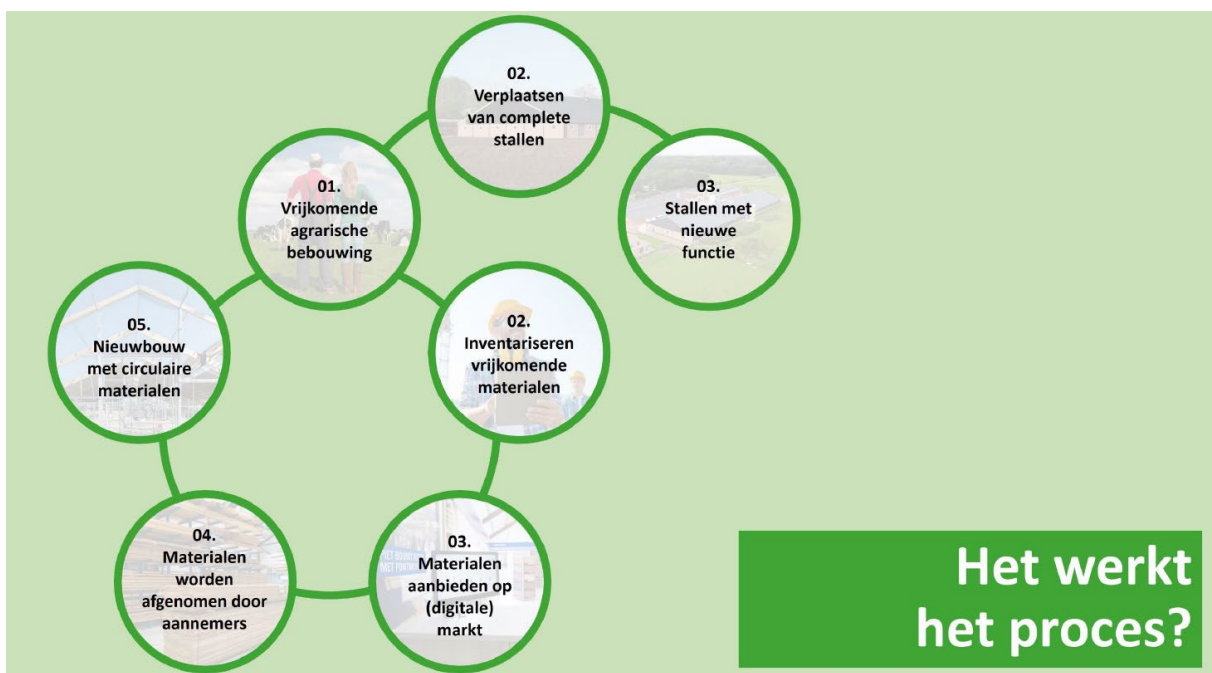
De veehouders beginnen vaak zelf met het regelen van alle onderzoeken om kosten te besparen. Gedurende het traject komen ze er bijvoorbeeld achter dat het rapport van het bodemonderzoek in de druppelzones niet aan de eisen voldoet. Door gebrek aan kennis hebben ze de laagste offerte uitgezocht, maar bij het opleveren van het rapport komen ze er dan achter dat deze niet volledig is. Als de boer vastloopt in het traject, wordt vaak pas een adviseur ingeschakeld of de

regie van alles wat geregeld moet worden overgedragen aan een sloper. Er is dan al onnodig veel tijd verloren en daarnaast zijn er overbodige kosten gemaakt voor de verkeerde onderzoeken (Anoniem, 2023).

4.3 Demoneren of circulair slopen VAB

Van de stallen die nu worden gesloopt verlaten potentiële bouwmaterialen- en grondstoffen nu meestal lineair de keten. Daardoor moeten nieuwe materialen geproduceerd worden met een hoge CO₂-uitstoot. Zo vindt bij de sloop van VAB op dit moment voor de vrijkomende materialen downcycling plaats, omdat materialen een minder waardevolle positie krijgen. De materiaal- en grondstoffenketen is niet gesloten. Terwijl een voorraad materialen aanwezig is in de regio, worden veel nieuwe materialen geproduceerd en getransporteerd van uit de hele wereld (Van Arkel, 2020). In de praktijk blijkt dat veel circulaire bouwmaterialen uit VAB vanuit Nederland geëxporteerd worden naar andere landen, vooral naar Oost-Europa. Soms worden complete stallen daar weer opnieuw opgebouwd. Dat heeft enerzijds de voorkeur omdat het hoger is op de Ladder van Lansink, zie hoofdstuk 2.2, maar anderzijds is het transport wel milieubelastend.

Doordat er steeds meer boeren stoppen is de recycling/hergebruik van installaties van bijvoorbeeld varkensstallen steeds lastiger, niemand wil ervoor betalen. Dit zijn dan kostenposten voor de sloper, enerzijds omdat het heel arbeidsintensief is en anderzijds heeft de sloper stortkosten als er geen afzetmogelijkheden zijn. In de wereld van de vrijkomende agrarische bebouwing is een circulaire aanpak nog niet erg gangbaar (Anoniem, 2023). Veel stallen worden lineair gesloopt in plaats van gedemonteerd, waardoor de materialen hun fysieke en financiële waarde verliezen. Materialen en complete stallen kunnen stoppende boeren aanbieden via Insert, dat is een marktplaats voor circulaire bouwmaterialen (Mooij, persoonlijke communicatie, 16 januari 2024). Uiteindelijk is het de bedoeling dat al bij ontwerpen en bouwen rekening wordt gehouden met hergebruik van materialen. In Figuur 7 is weergegeven hoe het vergroten van een circulaire aanpak in het saneren van vrijkomende agrarische bebouwing werkt.



Figuur 7 - Circulaire aanpak in het saneren van VAB (Bron: Boot)

4.4 Casus: sloop kippenstallen

Voor hergebruik van beton zijn er 2 eisen:

1. Het beton moet droog zijn
2. Het beton moet niet begroeid zijn.

De kwaliteit van het beton van gesloopte stallen is vaak redelijk hoog, waardoor het grootste deel van het beton hergebruikt kan worden. Het meeste beton is niet nat geworden en is niet aangetast door begroeiing of gemengd met planten. De volgende onderdelen van stallen van veehouders bestaan uit (meestal) uit beton:

1. Mestkelders
2. Vloer incl. eventuele betonnen roosters
3. Betonpanelen (HU Utrecht, 2019).

Puinrecyclingbedrijven stelden in het verleden vast dat het vrijkomende puin vanuit bedrijfsbeëindiging van boeren vaak van slechte kwaliteit is. In het aangeboden zitten verontreinigingen van asbest, PAK's en sulfaat. Het slopen door niet professionele sloopbedrijven was hier vaak de oorzaak van. Een sloopprotocol en een scherpe handhaving kunnen voorkomen dat het puin verontreinigd is met fosfaat, asbest, PAK en sulfaat (Put, 2002).

BOOT is een ingenieursbureau uit Regio Foodvalley dat advies geeft over onder andere circulair slopen. BOOT kan een volledige materialen- en grondstoffeninventarisatie maken met als doel om een beeld te krijgen van vrijkomende materialen bij sloop of demontage. Om een beeld te krijgen van de hoeveelheid beton die vrijkomt bij de sloop van stallen is een casus weergegeven van de sloop van een pluimveehouder zijn bedrijf. Bij de sloop van 3 kippenstallen uit 2002, 2007 en 2012 in Lunteren (Ruitenbeekweg 25, zie Figuur 8) is door BOOT een materialen- en stoffeninventarisatie uitgevoerd.



Figuur 8 - Ligging Ruitenbeekweg 25 te Lunteren

Uit een stoffeninventarisatie van BOOT blijkt dat er in totaal $270+324+213,8+90+72+120=1.089,8 \text{ m}^3 = 1.090 \text{ m}^3$ beton vrijkomt, zie Figuur 9.

ONDERDEEL	MATERIAAL	VOLUME IN M ³	VOLUME IN M ³	VOLUME IN M ³
		Stal 2002	Stal 2007	stal 2012
Dak	golfplaten	14,4	17,3	11,4
Dakbalken 71x196	hout	22,3	26,7	18,8
Dupanel	pur	108,0	129,6	85,5
Staalconstructie	staal	15,0	17,0	23,0
Vloer incl evt roosters	beton	270,0	324,0	213,8
Kelder	beton	nvt	nvt	nvt
Metselwerk	metselwerk met mortel	50,0	25,0	20,0
Betonpanelen	beton	90,0	72,0	120,0
Ramen/ deuren	staal	3,0	5,0	5,0
Balkhout uit tussenvloer	hout	nvt	nvt	14,0
Houten platen tussenvloer	hout multiplex	nvt	nvt	27,0
Sandwichpaneel	pir/staal	nvt	nvt	20,0

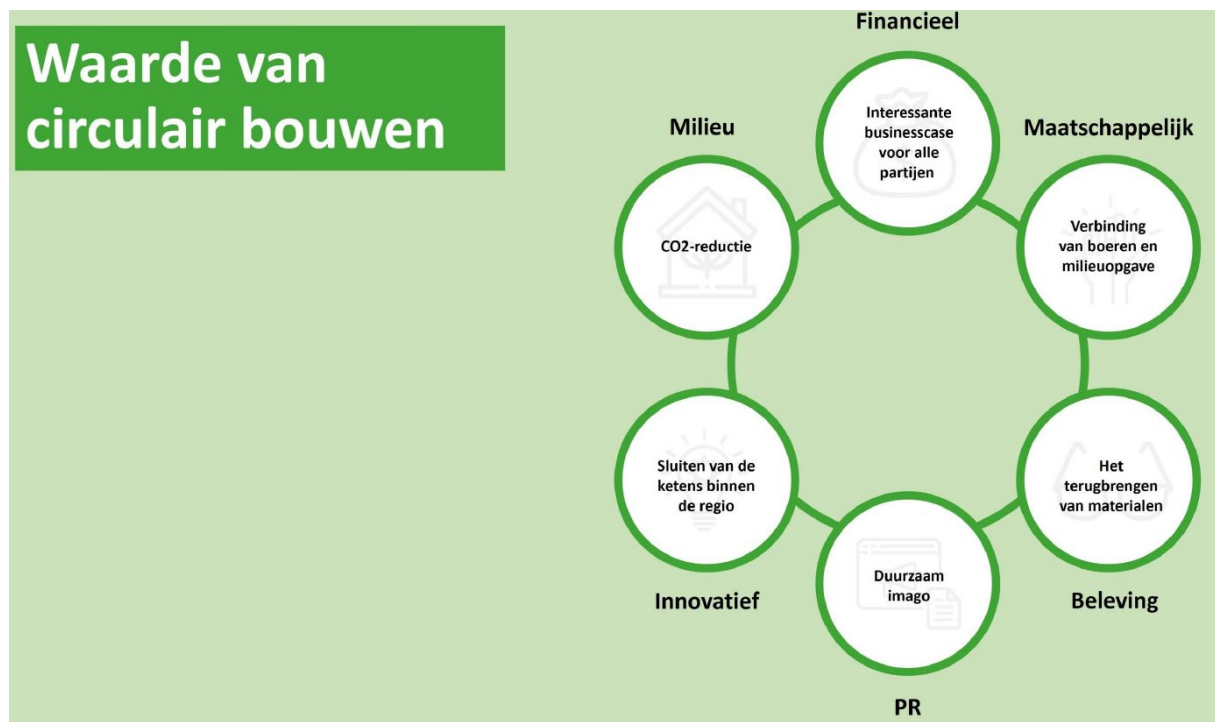
Figuur 9 - Stoffeninventarisatie Ruitenbeekweg 25 te Lunteren

4.5 Verdienmodel circulair slopen

Of, hoe en wanneer betonpuin wat vrijkomt uit de sloop van stallen opnieuw gebruikt kan worden, blijkt sterk per sloopbedrijf en sloopproject te verschillen en wat de wensen hierin zijn van de boer als opdrachtgever van de sloop. In het kader van het onderzoek zijn meerdere boeren geïnterviewd die gebruik maken van de LBV+ regeling. De komende tijd worden hun stallen gesloopt. Voor het sloopwerk hebben de boeren offertes opgevraagd bij diverse sloopbedrijven. Het prijsverschil is enorm, het gaat om tienduizenden euro's. Een belangrijk verschil zit in het feit dat een goed te verkopen stal door de ene sloper wel verhandeld kan worden, wat geld oplevert, terwijl een andere sloper kosten rekent voor het inleveren van afval bij de afvalverwerker. Het is daarom van belang dat in dit traject goed gekeken wordt naar welke afvalstromen geld kosten en welke geld opleveren. Gescheiden stromen kunnen immers geld opleveren wanneer ze (gedeeltelijk) opnieuw worden gebruikt. Een obstakel is dat de verkopende partij zijn stal kwijt moet, hij is immers gebonden aan de planning van de opkoopregeling, terwijl de kopende partij vaak lang moet wachten op vergunningen. Dit loopt scheef (Anoniem, 2023).

Slopers brengen 'betonafval' bij een afvalverwerking. Ze krijgen dan te maken met acceptatie van afvalstoffen. Daarbij is het zoeken naar mogelijkheden voor recycle en hergebruik, dit vindt plaats onder certificaat waarmee de kwaliteit is geborgd. Wanneer je schoon betonpuin binnen de voorwaarden stort betaal je minder stortkosten. De verwerker kan de acceptatievoorwaarden van schoon betonpuin aangeven. Over het algemeen geldt een maximale menging van 1% volumepercentage van andere materialen. Wapening uitgezonderd, dit is goed te scheiden. Lichte vervuiling, van bijvoorbeeld grond aan stenen, kan schoongespoeld worden (Circulair West, z.d.).

De waarde van circulair bouwen en slopen is niet alleen financieel, maar gaat ook over ecologische en maatschappelijke waarden, zie Figuur 10.



Figuur 10 - Circulaire aanpak in het saneren van VAB (Bron: Boot)

5. Waarom betonrecycling en hergebruik betonpuin

5.1 Doelstellingen overheid

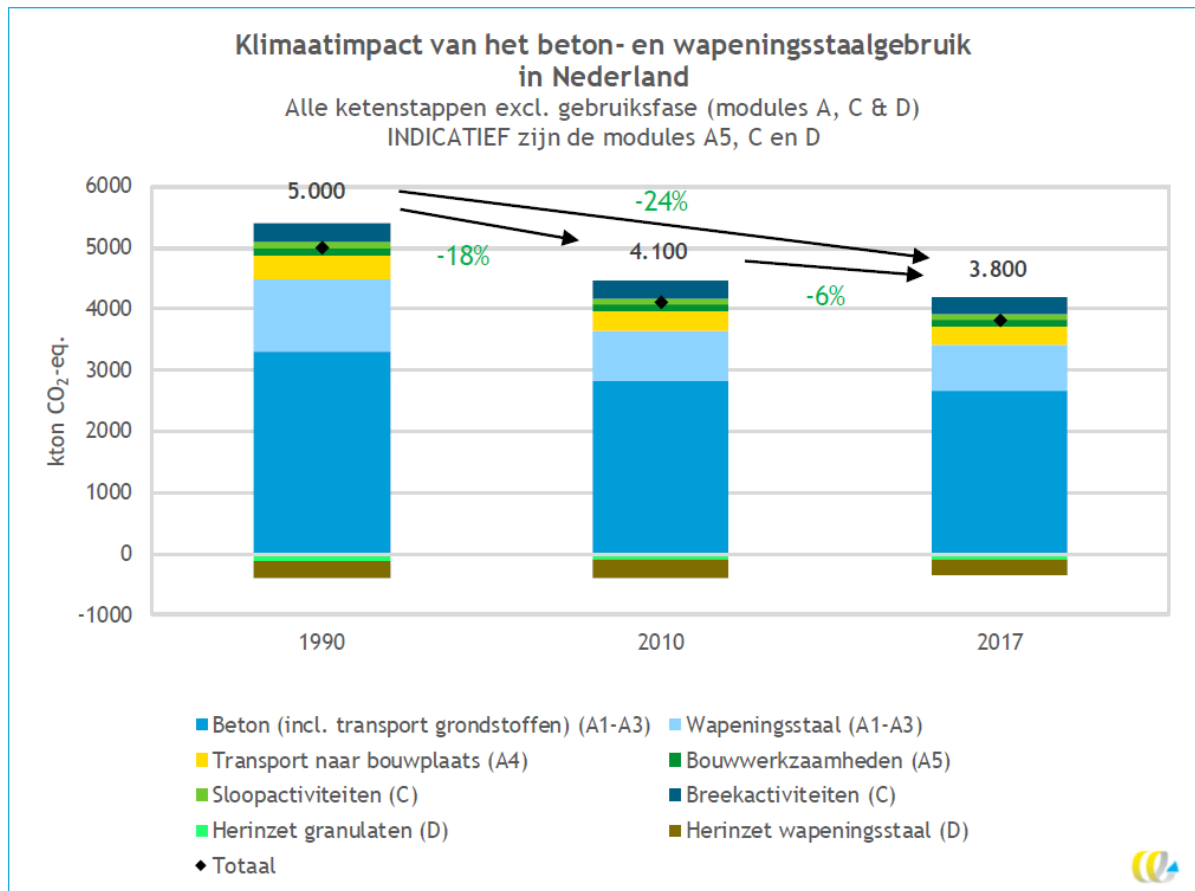
Betonakkoord:	30% CO₂-reductie in 2030 ten opzichte van 1990 <u>Recycling</u>: minimaal 5% van het totale volume toeslagmaterialen vervangen door betonreststromen per direct <u>Circulair</u>: 100% hoogwaardig hergebruik van vrijkomend beton in 2030 (Betonakkoord, 2021)
Klimaatakkoord:	CO₂-uitstoot in 2030 met 49% verminderen vergeleken met 1990. CO₂-uitstoot in 2050 met 95% verminderen vergeleken met 1990 (Rijksoverheid, z.d.).
Nederland Circulair:	50% minder primaire grondstoffenverbruik in 2030. 100% circulaire economie in 2050 (Rijksoverheid, z.d.).
Circulaire klimaatmaatregelen:	In een uitgebreide brief is de Tweede Kamer geïnformeerd over de circulaire klimaatmaatregelen die voor dit voorjaar in het kabinet zijn afgesproken. Een belangrijk deel van de brief gaat over circulair slopen. In 2023 is met diverse betrokken partijen uit de bouwsector gekeken welke activiteiten circulair slopen kunnen bevorderen en ondersteunen. Deze activiteiten moeten leiden tot een advies eind 2024, wat vervolgens zal uitmonden in een roadmap en zo nodig normering. In de brief staat dat het decentraal geregeld moet worden, de regio moet het zelf handen en voeten geven (Rijksoverheid, 2023).
Transitieagenda Bouw:	De Rijksoverheid stelt samen met ondertekenaars van het Grondstoffenakkoord 5 transitieagenda's op, waaronder een transitieagenda voor de Bouw en Maakindustrie. In zo'n transitieagenda staat hoe de sector circulair kan worden in 2050 en welke acties daarvoor nodig zijn (Rijksoverheid, z.d.).
LAP3:	Het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) is het beleidskader voor afval in de circulaire economie in Nederland. Er is een derde LAP in werking getreden voor de periode van 2017-2029. LAP3 ondersteunt de overgang naar een circulaire economie. Het LAP bestaat uit een beleidskader en sectorplannen. In LAP3 staan 85 sectorplannen, ook de bouw (Rijksoverheid, z.d.).
Wettelijke norm (Nederland):	De wettelijke norm schrijft voor dat er 30% van het primaire toeslagmateriaal door een grindvervanger vervangen mag worden in betonsamenstellingen. Onder bepaalde voorwaarden mag dit zelfs verhoogd worden tot wel 100%. Door het toepassen van circulair grind (zoals betongranulaat, spoorbasalt of thermisch gereinigd asfalt) kan de CO₂-footprint van beton omlaag (Betonhuis, 2023).

5.2 Feiten en cijfers

- Het betongebruik in Nederland is gemiddeld 14 miljoen m³ per jaar, dit leidt tot een CO₂-emissie van 3,5 Mt per jaar (1,7% van totale jaarlijkse uitstoot in Nederland);
- Beton zorgt voor 5% van de CO₂ uitstoot wereldwijd. Een ton cement zorgt voor emissie van 750 kg –1000 kg CO₂;
- Na water is beton het meest gebruikte materiaal per inwoner (5 miljard m³ per jaar);
- In 2050 wordt wereldwijd 2x zoveel beton gebruikt als in 2000 (5 miljard m³) (Kerkhoven, 2021).

Op 10 juli 2018 tekenden zo'n 50 van de grootste Nederlandse spelers het Betonakkoord, om te werken aan verregaande verduurzaming van de betonketen. Naar aanleiding hiervan is de behoefte ontstaan naar de klimaatimpact van de betonketen ten tijde van het Betonakkoord ten opzichte van 1990, het referentiejaar waarop de nationale klimaatdoelen zijn gebaseerd in het Klimaatakkoord van de Nederlandse regering. Het betongebruik in Nederland is bepaald uit het gewogen gemiddelde voor betonmortel en betonproducten, 'beton totaal' genoemd. Naar de duurzaamheid van beton en de CO₂-uitstoot in de keten zijn meerdere onderzoeken verricht.

Door de CE Delft is de klimaatimpact van beton in Nederland van verschillende fasen in de keten berekend over verschillende jaren, zie Figuur 11.



Figuur 11 - Klimaatimpact van het beton- en wapeningsstaalgebruik in Nederland; afbakening: alle ketenstappen exclusief gebruiksfase Modules A, C & D (Bron: CE Delft)

6. Knelpunten en oplossingen hergebruik vrijkomend beton en de rol van de overheid

Circulaire klimaatmaatregelen, zoals circulair slopen, moeten decentraal in de regio geregeld worden². Eén van de gestelde doelen van het Betonakkoord is 100% hoogwaardig hergebruik van vrijkomend beton in 2030. Er ligt dus een opgave bij Regio Foodvalley om deze transitie naar opschaling van betonrecycling en hergebruik van vrijkomend beton te maken. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste knelpunten in kaart gebracht waardoor circulair slopen en hoogwaardig hergebruik van betongranulaat nog onvoldoende zijn verankerd binnen de sector. Door de belangrijkste knelpunten in kaart te brengen kunnen in dit hoofdstuk de noodzakelijke oplossingsrichtingen worden geformuleerd.

6.1 Verplichting en beloningsstructuur voor circulair slopen en schoon lineair slopen ontbreken

6.1.1 Knelpunt

Circulair demonteren vergt hogere kosten voor het verwijderen van een gebouw dan traditionele sloop. Dit komt o.a. door meerkosten vanwege inspectie, controle en de langere doorlooptijd van demontage. Deze meerkosten moeten worden weggestreept tegen de meeropbrengst van de materialen (PBL, 2021).

Circulair slopen is waar mogelijk de betonstructuur laten staan en hergebruiken of eventueel demonteren en onderdelen hergebruiken. Lineair slopen is zo schoon mogelijk het beton selecteren en als granulaat inzetten in nieuwe betonmortel. Beide zijn concurrerend aan elkaar als het hoogwaardig hergebruik en tot waarde brengen van producten afkomstig van sloop worden meegerekend (BetonInfra, 2019). Circulair slopen is op dit moment vaak duurder dan lineair slopen: voorzichtig demonteren, het vervoer van materialen naar aparte loodsen en de opslag kost meer tijd en geld. Daartegenover staat wel dat de opbrengst van verkoop van materialen vaak hoger is. De rol van sloopbedrijven verandert, ze worden steeds meer handelaar in gedemonteerde gebouwen en leverancier van bouwmaterialen. Daarmee lopen ze ook risico dat ze de gedemonteerde onderdelen niet kunnen verkopen. Niet alle sloopbedrijven hebben hun netwerk, kennis en focus al gericht op producthergebruik. Denk bijvoorbeeld aan een eigen marktplaats, depot en track-and-trace systeem (Albers et al., 2019). Er wordt volop geëxperimenteerd met efficiëntere ontmantelingstechnieken, maar die moeten zich de komende jaren nog verder ontwikkelen. Circulair slopen vergt van slopers extra tijd en investeringen en meer materieel (Oerlemans, 2023). Het gaat vooral om selectief slopen. Voor beton is dit met name bij de sloop het gebroken beton vrijhouden van andere materialen (BetonInfra, 2019). Hoe schoner er gewerkt moet worden, hoe meer tijd dat kost en daardoor extra geld. Een goede beloningsstructuur voor circulair slopen ontbreekt op dit moment. Daarnaast is geen verplichting voor sloopaannemers om circulair te slopen. Dit zorgt ervoor dat de keten van betonrecycling en hergebruik van vrijkomend beton onvoldoende op gang komt en er te weinig betongranulaat beschikbaar komt. De standaard is nu dat gebouwen zo goedkoop mogelijk worden gesloopt en betonpuin laagwaardig hergebruikt wordt als funderingsmateriaal onder wegen. Prijzen van gerecycled betongranulaat uit de regio moeten het afleggen tegen prijzen van reguliere grondstofprijzen van geïmporteerd betongranulaat uit bijvoorbeeld Noorwegen.

6.1.2 Oplossing

- Er is een ketennetwerk nodig van bijvoorbeeld architecten, ontwikkelaars en aannemers, zodat er snel een financieel aantrekkelijke bestemming gevonden kan worden voor de geoogste materialen en grondstoffen, zodat er een goed verdienmodel ontstaat voor circulair slopen.
- Voor schoner werken bij circulair slopen zou een passende beloning en handhaving geregeld moeten worden.
- Opdrachtgevers kunnen een fictieve korting op een aanbesteding geven als het ontwerp circulair is of bouwbedrijven extra punten geven bij een aanbesteding als ze circulair bouwen en circulair slopen.

6.1.3 Rol overheid

De overheid kan stimuleren om schoon betonpuin als waardevolle afvalstroom te beschouwen, als ook circulaire betonproducten standaard toe te gaan passen in hun offerteaanvragen of tenders (Circulair West, z.d). Wanneer de overheid opdracht geeft tot bouwen en hoogwaardig hergebruik niet of onvoldoende wordt gehonoreerd in aanbestedingen, omdat prijs en uitvoeringstijd het belangrijkste zijn, ontstaat het risico van een traditionele sloopwijze waarbij materialen ongesorteerd en in het gunstigste geval voor recycling worden afgevoerd (Albers et al., 2019). Aanbestedingen worden op verschillende manieren gegund. Vroeger werden de meeste aanbestedingen toegekend aan de laagst biedende partij, tegenwoordig wordt een methode gehanteerd waarbij wordt gegund op de beste prijs-kwaliteitverhouding. De opdrachtgever geeft met EMVI-scores aan hoe hij bepaalde criteria waardeert en kan EMVI-punten toekennen voor de meest duurzame oplossingen bij aanbesteding.

De aanbestedingspraktijk in de regio kan vanuit de lokale overheid nog verbeterd worden. Te vaak worden er opdrachten gegund aan uitvoerende partijen die zich buiten de regio bevinden. Dit brengt veel transportbewegingen met zich mee en dat is niet goed voor het milieu. Als gunningscriterium in aanbestedingen zou de afstand van waar uitvoerende partijen gevestigd zijn tot de plek waar het project moet worden uitgevoerd, moeten worden meegewogen.

² Zie hoofdstuk 5.1

Waarbij geldt dat uitvoerende partijen met de minste transportbewegingen, dus partijen uit de regio, in het voordeel zijn ten opzichte van partijen buiten de regio.

Er zou nog meer circulair kunnen worden uitgevraagd in aanbestedingen vanuit de overheid. Vanuit de aanbestedingsregelgeving gelden er geen dwingende verplichtingen voor het behalen van circulaire doelen met de overheidsinkoop. Net zoals het Rijk dit doet met de Rijksinkoopstrategie 'Inkopen met impact', is het aan de lokale overheden om hier zelf invulling aan te geven. Zonder prikkel gaat er niks veranderen. Een prikkel kan zijn dat opdrachtgevers een fictieve korting of extra punten geven bij een aanbesteding als bouwbedrijven circulair bouwen en circulair slopen.

De tijd voor uitvoering van de sloop zou verlengd moeten worden om circulaire kansen beter te benutten. Door als opdrachtgever slopers meer tijd te geven voor het slopen en vinden van circulaire afzet, lopen ze minder risico op het niet kunnen verkopen van gedemonteerde materialen (BOOT, 2023). Circulair slopen en demonteren is wettelijk niet verplicht. Voor slopen is geen vergunning nodig, een sloopmelding moet worden ingediend als er meer dan 10 m³ sloopafval vrijkomt of als men asbest gaat verwijderen (Informatiepunt Leefomgeving, z.d.). Gemeenten zouden bij het accepteren van een sloopmelding als voorwaarde kunnen opnemen dat er circulair wordt gesloopt.

Provincies zouden terughoudend moeten zijn om betonpuin laagwaardig her te gebruiken als funderingsmateriaal onder wegen en ook dit ook in hun aanbestedingseisen mee laten wegen. Het is namelijk volgens het Betonakkoord de bedoeling dat er meer betongranulaat beschikbaar komt voor hoogwaardig hergebruik.

6.2 Slechte kwaliteit betongranulaat

6.2.1 Knelpunt

Beton wordt te weinig hergebruikt, omdat het betonpuin vaak niet schoon genoeg is. De verduurzaming van de betonketen mag niet ten koste gaan van de kwaliteit van het beton, want een kortere levensduur komt de duurzaamheid van het beton niet ten goede (Van der Wegen et al., 2023). De certificering voor recyclinggranulaat in beton (BRL 2506) heeft een te grote bandbreedte waardoor deze norm teveel ruimte laat voor verschillende kwaliteiten van recyclinggranulaat (BetonInfra, 2019). Er is een aandeel vervuiling toegestaan wat naar gewicht wordt beoordeeld. Veel van de vervuiling is hout of plastic en deze vervuilende materialen wegen bijna niets in verhouding tot het puin, zie Figuur 12.



Figuur 12 - Betongranulaat (fractie 4/16) vervuild met hout en plastic

Met betrekking tot het na-isoleren van vloeren aan de onderzijde is het in-situ sprayen van polyurethaanschuim een gebruikelijke methode. Een probleem is het aan elkaar geperste gasbeton en gips, PUR en schuim, beton en polystyreen. Bij het slopen is het lastig om beton te scheiden van PUR en schuim en daardoor kan het gebroken puin niet zuiver en schoon worden gehouden. Betonfabrikanten zien het liefst dat er schoon gesloopt wordt en het gebroken beton vrijgehouden wordt van vermenging met andere materialen uit het sloopproces (Bovenlander, 2012).

6.2.2 Oplossing

Beton moet makkelijker gesloopt kunnen worden. Door bouwwerken en gebouwen circulair te ontwerpen en te realiseren met losmaakbare materialen, producten en elementen is het mogelijk om deze bij einde levensduur hoogwaardig her te gebruiken (Van den Broek, 2021). Er zouden nieuwe normen en materiaalspecificaties van recyclinggranulaten voor beton moeten worden gehanteerd, waardoor er minder ruimte is voor slechte kwaliteit van recyclinggranulaat (BetonInfra, 2019).

6.2.3 Rol overheid

Indien de overheid opdrachtgever is van een bouwproject, zouden ze architecten moeten inzetten die ontwerpen met losmaakbare materialen, zodat gebouwen makkelijk zijn te slopen en het afval goed kan worden gescheiden (Bovenlander, 2012).

6.3 Betonfabrikanten hebben te weinig ruimte voor opslag betongranulaat

6.3.1 Knelpunt

- Betonfabrikanten hebben voor een goede verwerkbaarheid behoefte aan een hoge mate van leveringszekerheid van betongranulaat door een betrouwbare, continue stroom van vrijkomend beton uit sloopprojecten. Het moment waarop betonpuin uit een sloopproduct vrijkomt, is vaak een ander moment dan dat de betonfabrikant het nodig heeft. Veel betonfabrikanten zouden daarom moeten investeren in extra opslag om het betongranulaat te kunnen opslaan. Er is bij betonfabrikanten behoefte om op een centrale plek in te kunnen kopen op een tussenstation voor vraag en aanbod van betongranulaat. Deze plek moet in de regio zijn, zodat transportbewegingen beperkt blijven. De wens is om de transportafstanden tussen sloop, breken en hergebruik in nieuw beton kort te houden. Het moet worden gebroken en getransporteerd en qua milieubelasting worden afgezet tegenover minder winnen en transporteren van primaire grondstoffen (BetonInfra, 2016a). Betongranulaat wat betonfabrikanten nu gebruiken is bijvoorbeeld graniet. Dat wordt o.a. geïmporteerd uit Noorwegen en Schotland. Recycling van granulaten heeft minder milieu-impact dan ontginning via mijnbouw (Van den Berghe, 2023). Dat heeft o.a. te maken met het transport van graniet vanuit Noorwegen en Schotland met schepen naar de Amsterdamse haven en vervolgens met vrachtwagens naar de regio.

6.3.2 Oplossing

Het betongranulaat dient zo dicht mogelijk bij de productielocatie te worden verwerkt. Transport over grotere afstanden zou de milieubelasting negatief beïnvloeden ten opzichte van primair grind en waarschijnlijk tot een slechter resultaat leiden op het onderdeel CO₂-emissie (BetonInfra, 2016b). Door het tijdelijk opslaan van herbruikbare producten en/of toekomstige grondstoffen afkomstig van meerdere projectlocaties op één centrale locatie in de regio kan er een grote winst worden behaald voor zowel de duurzaamheid (CO₂ uitstoot, grondstoffenbesparing) als de kosten. Een zogenaamde HUB-locatie kan bijdragen om circulariteit, korte en sluitende ketens en samenwerking in de regio te ondersteunen. Tegelijkertijd is het zo dat partijen uit de keten aangeven dat er voor beton- en menggranulaat al genoeg regionale spelers zijn die opslag hebben van beton- en menggranulaat. Een HUB-locatie zou dan vooral toegevoegde waarde hebben omdat er meerdere soorten circulaire materialen kunnen worden opgeslagen.

6.3.3 Rol overheid

In het kader van het milieu is het van belang dat sloopstromen zo dicht mogelijk bij de verzamelplek worden verzameld en verwerkt. Afname van transportbewegingen, door het toepassen van betongranulaat binnen een afstand van minder dan 30 kilometer, dragen in een belangrijke mate bij aan het verminderen van de CO₂ en stikstof uitstoot en de circulaire economie (Circulair West, z.d.). In dit proces is de rol van de overheid cruciaal en evident; als er bij sloopvergunningen waarbij beton betrokken is een check is op de bruikbaarheid en geschiktheid ervan, en er zijn regels over waar dit verwerkt wordt, kunnen er stappen worden gemaakt richting een circulair betonketen.

Voor de realisatie van een HUB-locatie zou een gemeente bereid moeten zijn om mee te werken aan het juridische traject, zoals rondom het verkrijgen van ontheffingen en vergunningverlening. Er is regelgeving nodig omtrent afvoeren van afvalstoffen en verwerking beton op locatie. Bij ieder nieuw bedrijventerrein zou zo'n HUB-locatie gerealiseerd moeten worden, zodat er ruimte is waar circulair gewerkt kan worden en waar circulaire materialen kunnen worden opgeslagen en verhandeld.

6.4 Onvoldoende compliance

6.4.1 Knelpunt

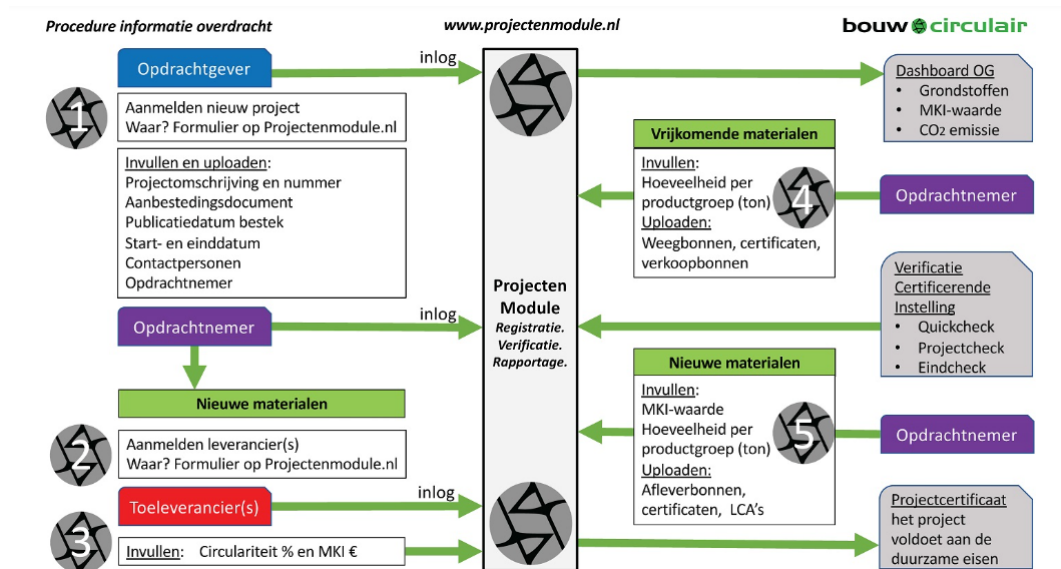
Met het moederbestek kan de opdrachtgever concretiseren wat de eisen zijn met betrekking tot duurzaamheid, zoals circulariteit en CO₂-reductie en de eis van circulair slopen. In de praktijk is het zo dat eisen soms niet helder zijn geformuleerd of dat het voor de markt nog moeilijk of juist heel makkelijk is om aan bepaalde eisen te voldoen (Van Beek, 2023). Het gaat hier bijvoorbeeld om bewijslast dat gesloopte materialen uit een gebouw ook weer circulair worden gebruikt. Of dat je als aannemer kunt aantonen dat de producten die je aangekocht hebt circulair zijn (Recyclepro, 2023). Er vindt tevens onvoldoende handhaving plaats op circulaire sloopprojecten. Bestekteksten en protocollen zijn onvoldoende gericht op circulair ontwerp en slopen en er is onvoldoende toezicht op naleving.

6.4.2 Oplossing

Opdrachtgevers schrijven bestekken en maken sloopplannen. Als je enerzijds circulair bouwen en slopen gaat voorschrijven als opdrachtgever, moet je anderzijds ook gaan handhaven. Als verbeterpunt van het aanbestedingsproces is een boetesysteem een mogelijke oplossing. Dit voorkomt mooie beloftes bij inschrijving die in de uitvoering niet worden waargemaakt. Er is geen eenduidige verificatiemethode die je iedere sloper kunt opleggen om aan te tonen waar de bouwstofstromen van de te gebruiken producten heen gaan. Bij inschrijving zal de sloper zelf

moeten aangeven hoe hij deze bewijslast gaat aanleveren en hoe hierop te controleren is. De betrouwbaarheid van de methode zou wellicht gewaardeerd kunnen worden in de aanbesteding (Recyclepro, 2023).

Bouw Circulair heeft een procedure ontwikkeld, zie Figuur 13, waarbij het % circulariteit en € MKI van toeleveranciers moet worden ingevuld. Hierop zou gecontroleerd kunnen worden voordat projecten worden gehonoreerd door opdrachtgevers.



Figuur 13 - Duurzaamheidseisen bouwprojecten (Bron: Bouw Circulair)

In een meer dwingende MKI prijs wordt ook de end-of-life strategie beoordeeld. Door hergebruik in de sloop- en verwerkingsfase mee te nemen in de beoordeling, kunnen leveranciers een meer gunstige MKI prijs krijgen, wat voordeel geeft op inschrijvingen (B. Van den Beuken, persoonlijke communicatie, 8 april 2024).

6.4.3 Rol overheid

Omgevingsdiensten van een gemeente kunnen een belangrijke rol spelen in het handhaven op circulair bouwen en slopen. Om als aanjager van de circulaire economie op te treden kunnen lokale en regionale overheden het regionaal schoon laten afvoeren van betonpuin meenemen in ontwerpen, voorschriften in bestekken en opnemen in een circulair sloopbeleid. Daarmee wordt het hergebruik van beton veel vanzelfsprekender gemaakt (Circulair West, z.d.).

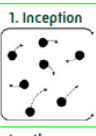
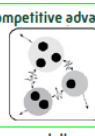
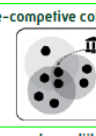
7. Duurzame markttransformatie

Om de beoogde transitie richting een circulaire betonketen te realiseren, is in dit hoofdstuk theorie weergegeven rondom duurzame markttransformaties. Na de theorie volgt een focus op de praktijk met een praktijkcasus waarin is uitgewerkt in welke fase van markttransformatie Bosch Beton, consortiumpartner in dit onderzoek, zich op dit moment bevindt.

7.1 Transitie naar circulaire betonketen

Het markttransformatie model van Simons en Nijhof (2021) biedt houvast aan vernieuwers die duurzame, systemische verandering nastreven. De uitkomst van het model is geen beleidsadvies, maar een strategie hoe vernieuwers in de sector samen met anderen de transitie kunnen versnellen. Het is daarbij van belang om weten in welke fase van markttransformatie een sector zich bevindt. Nijhof en Simons onderscheiden vier fasen, waarbij van de verschillende spelers in elke fase min of meer hetzelfde gevraagd wordt om de sector een stap verder te kunnen verduurzamen, zie Figuur 14 (Het Groene Brein, 2021).

TRANSITIE DOEN / DUURZAME MARKTTRANSFORMATIE

	1. Inception	2. Competitive advantage	3. Pre-competitive collaboration	4. Institutionalization
Bedrijfs-leven	 / Stop met ontkennen / Partnerschap met NGO's / Pilots, MVO- projecten / Bepaal oplossingen	 / Business modellen / Gebruik keurmerken / Betrek waardeketen / Rankings en benchmarks	 / Gemeenschappelijke agenda / Neem deel aan platformen / Wees inclusief / Bepaal sectorstrategie	 / Lobby voor het nieuwe normaal / Erken politici / Hou je aan wetgeving / Richt je op volgende issue
Overheid	/ Omarm de crisis / Lange termijn visie / Experimenteer en subsidieer projecten / Ga na wat werkt	/ Lange termijn visie / Daag bedrijven uit / Treed op als launching customer / Erken leiders	/ Ontwikkel maatregelen / Steun platformen / Beïnvloed gedrag consumenten / Geef belasting impulsen	/ Toon politiek leiderschap / Voer wetgeving in / Bepaal het nieuwe normaal / Verwijder partijen die achterblijven
NGO's	/ Creëer bewustwording / Neem deel aan projecten / Voer actie tegen achterblijvers / Onderneem vervolgstappen	/ Beloon first movers / Steun koplopers / Name and shame / Pak door	/ Betrek koplopers / Neem deel aan platformen / Be a watchdog / Wees transparant over gewenste toekomst	/ Lobby voor het nieuwe normaal / Ontwikkel beleid / Monitor vooruitgang / Richt aandacht op nieuwe issues
Financiële Instellingen	/ Doneer aan liefdadigheid / Financier projecten / Pas negatieve screening toe / Geef aan waar je voor staat	/ Stel financiering ter beschikking / Geef financiële voordelen / Betrek alle klanten / Kies voor best-in-class screening	/ Neem deel aan platformen / Werk samen / Creëer financiële oplossingen voor opschaling / Investeer in de lange termijn	/ Lobby voor het nieuwe normaal / Investeringscriteria / Sluit klanten uit / Benoem potentiële risico's van nieuwe issues
Kennis instellingen	/ Prioriteer issues / Bestudeer system loops / Doe onderzoek naar projecten / Bepaal good practices	/ Presenteer showcase good practices / Onderzoek mislukkingen / Ontwikkel benchmarks / Komt met een onderzoek-sagenda	/ Beïnvloed de agenda / Wees objectief / Bereken potentiële impact / Presenteer wetenschappelijk bewijs	/ Geef overzicht / Schep kaders voor beleid / Monitor impact / Identificeer nieuwe issues

Figuur 9: Raamwerk duurzame markttransformatie model (actoren en fasen)¹⁵

¹⁵ Simons, L. & Nijhof, A. (2021). Changing the Game: Sustainable Market Transformation Strategies to Understand and Tackle the Big and Complex Sustainability Challenges of our Generation. London: Routledge, p. 83 - 84

Figuur 14 – Theorie van duurzame markttransformatie (Bron: Simons en Nijhof, 2021)

Verschillende stakeholders hebben in het markttransitieproces verschillende rollen en verantwoordelijkheden per fase. Deze fasen kennen elk specifieke kenmerken en gedragingen waar dan ook weer interventies bij horen. Kort samengevat:

- Fase 1: Inceptiefase: impact en handelingsperspectief in kaart brengen, eerste stappen zetten, op zoek naar werkende principes;
- Fase 2: Competitie fase (first movers): integratie van de werkende principes in de eigen business, concurreren met circulaire producten, diensten of modellen;
- Fase 3: Pre-competitiefase (kritische massa): initiëren en organiseren van een (cross) sector brede ketenstrategie;
- Fase 4: Institutionaliseringsfase: bestendigen van het nieuwe duurzame normaal.

Als het gaat om het organiseren van een circulaire betonketen is het doorlopen van elke fase nodig om te komen tot de eindfase van volwassenheid waarbij circulair slopen en hoogwaardig gebruik van betongranulaat in de regio de norm is. Door te onderzoeken in welke fase deze transitie zich bevindt, krijgen partijen (bedrijfsleven, overheid, ngo's, financiële instellingen en kennisinstellingen) zicht op welke interventies zij het beste kunnen doen (duurzaam-ondernemen.nl, 2021).

7.2 Casus Bosch Beton: Fase 3 Pre-competitie

Om de transitie naar een circulaire betonketen te versnellen, vervult betonfabrikant Bosch Beton een rol als vernieuwer en aanjager in de regio. Ze heeft als koploper in de sector besloten proactief op te gaan treden, door bijvoorbeeld op 12 maart 2024 gastheer te zijn voor het Circulair Café van het Living Lab Regio Foodvalley Circulair voor een grote groep belangstellenden. Ook de deelname als consortiumpartner in dit onderzoek is een stap om bewustwording in de keten te creëren. Via een eindbijeenkomst van het onderzoek op 11 juli 2024 wil Bosch Beton, samen met Living Lab Regio Foodvalley Circulair, met belanghebbenden en stakeholders uit de (regionale) betonketen in gesprek gaan over een breed gedragen sectorstrategie op de transitie naar een circulaire betonketen in Regio Foodvalley.

De keuze van Bosch Beton voor duurzame productie en producten is een nieuw businessmodel en levert het bedrijf nieuwe opdrachten op. Via de milieukostenindicator zien klanten van Bosch Beton direct de vermeden milieukosten bij de aanschaf van een keerwand. Er wordt op de producten van Bosch Beton een levenscyclusanalyses (LCA) uitgevoerd, die de milieukosten uitdrukken in een zogenaamde milieukostenindicator (MKI). Dit is een nieuwe methode in de sector en is berekend en gevalideerd door extern gecertificeerde instanties. Met een MKI-waarde worden milieukosten van bijvoorbeeld een keerwand uitgedrukt in een schaduwprijs³. Zo kunnen klanten een eerlijke vergelijking maken tussen de kosten van een duurzaam product en een minder milieuvriendelijke variant. De MKI-score leverde al concurrentievoordeel op via een opdracht bij ProRail. Bosch Beton ziet dat steeds meer opdrachtgevers de milieukosten meewegen in de aanbesteding. Het is een kwestie van tijd voordat deze manier van aanbesteden de nieuwe norm wordt, verwacht het bedrijf (Industrial Heat & Power, 2022).

Bosch Beton is de competitiefase 2 voorbij en bevindt het zich momenteel in de pre-competitie fase 3. De betonfabrikant maakt deel uit van een groeiend aantal bedrijven en andere stakeholders die de waarde inzien van een sectorbrede samenwerking en dialoog om de spelregels ten goede te veranderen en een gemeenschappelijke agenda en level playing field te creëren. Landelijk neemt Bosch Beton deel in de Tweede Kamer der Staten-Generaal aan rondetafelgesprekken (28 februari en 9 april 2024) met politici en bedrijfsleven partijen over circulair bouwen. Brechtje van den Beuken heeft in deze gesprekken namens Bosch Beton o.a. gepleit voor een verplichting tot circulair slopen en een verplichting tot duurzaam aanbesteden waardoor de transitie naar een circulaire betonketen gerealiseerd kan worden (tweedekamer.nl, 2024).

Bosch Beton is zich aan het bewegen richting de laatste fase van institutionalisering en vertoont al wat specifieke kenmerken en gedragingen die horen bij deze fase. Zo neemt Bosch Beton deel aan verschillende platformen (landelijk en regionaal) om o.a. te lobbyen voor een nieuw normaal van circulair slopen en hoogwaardig gebruik van betongranulaat in de regio, namelijk:

- Stuurgroeplid van het Betonakkoord 2.0 o.l.v. Jacqueline Cramer
- Bestuurslid Betonvereniging o.l.v. Sander den Blanken
- Lid MVO en RVO
- Lid Bouwcirculair
- Werkgroeplid Bouw Circulair in Regio Foodvalley

Voor de pre-competitiefase is samenwerking (kritische massa) binnen de sector en keten nodig. Waar in de inceptie- en competitiefase een groot deel van de Circulaire Economie-business cases leunt op het verbeteren van de concurrentiepositie van het eigen bedrijf ten opzichte van de concurrent (relatief korte termijnperspectief), is voor de pre-competitie en institutionaliseringsfase een langere adem en juist samenwerking met diezelfde concurrent nodig. In de precompetitie fase is het bijvoorbeeld noodzakelijk om op basis van wederzijds vertrouwen een sector brede ketenstrategie te ontwikkelen, die uiteindelijk in de institutionaliseringsfase de norm voor de sector kan worden. Hoe verder in de fases van de markttransformatie hoe meer spelers je nodig hebt en ook de mate van belangrijkheid van die spelers neemt toe. Het speelveld wordt groter. Samenwerking zoeken op basis van vertrouwen is niet makkelijk, maar uiteindelijk wel nodig. Toch lijkt de stap naar en het doorlopen van de pre-competitiefase de grootste uitdaging voor de Circulaire Economie-transitie. Hier is een belangrijke rol voor de overheid weggelegd (duurzaam-ondernemen.nl, 2021). Pas in de vierde fase van het schema kan worden gesproken van een nieuw normaal. Dat is bijvoorbeeld wanneer de overheid de ontwikkelingen bevestigt door wet- en regelgeving in te voeren, die maakt dat de nieuwe **norm** effectief wordt nageleefd (Sustainability University, 2022).

³ De schaduwprijs geeft de marktprijs weer die waarschijnlijk zou ontstaan als er voor het milieu een markt van vraag en aanbod zou bestaan (Kenniscentrum InfoMil, z.d.).

Wil de circulaire betonketen dus stappen verder komen, dan is de overheid vooral aan zet. Voor hergebruik van beton is in de Regio Foodvalley het betonconvenant ondertekend, door gemeentes en marktpartijen. Het doel van het convenant was om beton hoogwaardig opnieuw in te zetten. Het convenant liep van 2016-2020 en werd betaald vanuit de individuele gemeenten. Er is een poging gedaan om het te verlengen en onder het Living Lab Circulair te brengen, maar dat is niet gelukt. Een aantal gemeenten vonden er dat er landelijk genoeg gebeurde (C. Huisman, persoonlijke communicatie, 11 september 2023). De werkgroep onder Bouw Circulair (een stichting die het betonconvenant begeleidde) is wel gewoon doorgelopen. Een nieuw betonconvenant voor Regio Foodvalley, waarin oplossingen zijn opgenomen van de knelpunten die op dit moment worden ervaren (zie hoofdstuk 6), zou aan te bevelen zijn en de transitie naar een circulaire betonketen versnellen.

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

Beton bestaat in de basis uit cement, zand, grind, water en betongranulaat. De grondstoffen voor beton worden steeds schaarser en duurder en de urgentie om gebruik te maken van secundaire grondstoffen steeds groter. De betonsector kan en wil duurzamer worden door meer samen te werken in de keten en met opdrachtgevers (Betonakkoord, z.d.). Daarom is o.a. het Betonakkoord in het leven geroepen, waarbij gestreefd wordt naar 100% hoogwaardig hergebruik van betonafval in 2030. Betongranulaat wat betonfabrikanten nu bijvoorbeeld gebruiken als toeslagmateriaal voor nieuw beton is graniet. Dit wordt geïmporteerd uit Noorwegen en Schotland (B. Van den Beuken, persoonlijke communicatie, 27 november 2023). Er is milieuwinst te behalen als dit granulaat wordt vervangen door granulaat van sloopbeton uit de regio. Betongranulaat wordt verkregen door het breken en zeven van betonpuin dat vrijkomt uit de sloop van werken. Na bewerking is het overgrote deel van het betonpuin, in de vorm van recyclinggranulaten, geschikt voor hergebruik (Rijkswaterstaat, 2024). Door slooppuin te scheiden, kun je het hoogwaardiger hergebruiken.

Vanuit milieu oogpunt is het van belang dat sloopstromen zo dicht mogelijk bij de verzamelplek verzameld en verwerkt worden in nieuw circulair beton. De hoeveelheid aan materiaal dat door de sloop van vrijkomende agrarische bebouwing op de markt komt, is groot in de Regio Foodvalley en de moeite waard om een duurzame oplossing voor te vinden. Betonpuin uit de sloop van vrijkomende agrarische bebouwing (VAB) wordt door betonfabrikanten gezien als een alternatieve grondstofstroom voor de betonproductie. Dit onderzoek is gericht op hergebruik van betonpuin uit het slopen van VAB. De onderzoeksresultaten kunnen vervolgens gebruikt worden om andere kansrijke ketens, zoals materialen die vrijkomen vanuit de sloop van utiliteits- en bedrijfsgebouwen, verder te sluiten. Zo kan stapsgewijs de brug naar een volledig circulair Regio Foodvalley geslagen worden.

Van stallen die worden gesloopt verlaten potentiële bouwmaterialen- en grondstoffen nu meestal lineair de keten, waardoor nieuwe materialen geproduceerd moeten worden met een onnodig hoge CO₂-uitstoot (Ypma, 2020). In de praktijk blijkt dat veel circulaire bouwmaterialen uit VAB vanuit Nederland geëxporteerd worden naar andere landen, vooral naar Oost-Europa. Soms worden complete stallen daar weer opnieuw opgebouwd. Boeren die meedoen aan stoppersregeling kennen wel Nederlandse boeren die hun stal compleet willen kopen, maar het probleem is de verkopende partij hun stal kwijt moet, hij is immers gebonden aan de planning van de opkoopregeling, terwijl de kopende partij vaak lang moet wachten op vergunningen. Dit loopt scheef. Gemeenten zouden flexibeler moeten omgaan met de spelregels op dit vlak, vinden de geïnterviewde stoppende ondernemers (Anoniem, 2023).

Circulaire klimaatmaatregelen, zoals circulair slopen, moeten decentraal in de regio geregeld worden volgens de Rijksoverheid. Er ligt, vanuit het Betonakkoord, een opgave bij Regio Foodvalley om de transitie naar 100% hoogwaardig hergebruik van betonafval in 2030 te maken. Het ontbreekt op dit moment aan handelingsperspectief om de beoogde transitie richting een circulaire betonketen te realiseren. Hieronder worden de belangrijkste knelpunten opgesomd en zijn oplossingsrichtingen weergegeven:

1. Verplichting en beloningsstructuur voor circulair slopen en schoon lineair slopen ontbreken
 - *Knelpunt: Circulair demonteren vergt hogere kosten voor het verwijderen van een gebouw dan traditionele sloop. Dit komt o.a. door meerkosten vanwege inspectie, controle en de langere doorlooptijd van demontage. Prijzen van gerecycled betongranulaat uit de regio moeten het afleggen tegen prijzen van reguliere grondstofprijzen van geïmporteerd betongranulaat uit bijvoorbeeld Noorwegen.*
 - *Oplossing: Er is een ketennetwerk nodig van bijvoorbeeld architecten, ontwikkelaars en aannemers, zodat er snel een financieel aantrekkelijke bestemming gevonden kan worden voor de geoogste materialen en grondstoffen, zodat er een goed verdienmodel ontstaat voor circulair slopen. Opdrachtgevers kunnen een fictieve korting op een aanbesteding geven als het ontwerp circulair is of bouwbedrijven extra punten geven bij een aanbesteding als ze circulair bouwen en circulair of duurzaam slopen.*
 - *Rol overheid: Wanneer de overheid opdracht geeft tot bouwen en hoogwaardig hergebruik niet of onvoldoende wordt gehonoreerd in aanbestedingen, omdat prijs en uitvoeringstijd het belangrijkste zijn, ontstaat het risico van een traditionele sloopwijze waarbij materialen ongesorteerd en in het gunstigste geval voor recycling worden afgevoerd (Albers et al., 2019).*
2. Slechte kwaliteit betongranulaat
 - *Knelpunt: Beton wordt te weinig hoogwaardig hergebruikt, omdat het betonpuin vaak niet schoon genoeg is. Er is een aandeel vervuiling toegestaan wat naar gewicht wordt beoordeeld. Veel van de vervuiling is hout of plastic en deze vervuilde materialen wegen bijna niets in verhouding tot het puin. Betonfabrikanten zien het liefst dat er schoon gesloopt wordt en het gebroken beton vrijgehouden wordt van vermenging met andere materialen uit het sloopproces (Bovenlander, 2012).*
 - *Oplossing: Beton moet makkelijker gesloopt kunnen worden. Door bouwwerken en gebouwen circulair te ontwerpen en te realiseren met losmaakbare materialen, producten en elementen is het mogelijk om deze bij einde levensduur hoogwaardig her te gebruiken (Van den Broek, 2021). Er zouden nieuwe normen en*

materiaalspecificaties van recyclinggranulaten voor beton moeten worden gehanteerd, waardoor er minder ruimte is voor slechte kwaliteit van recyclinggranulaat (BetonInfra, 2019).

- *Rol overheid: Indien de overheid opdrachtgever is van een bouwproject, zouden ze architecten moeten inzetten die ontwerpen met losmaakbare materialen, zodat gebouwen makkelijk zijn te slopen en het afval goed kan worden gescheiden (Bovenlander, 2012).*
3. Betonfabrikanten hebben te weinig ruimte voor opslag betongranulaat
- *Knelpunt: Veel betonfabrikanten zouden moeten investeren in extra opslag om het betongranulaat te kunnen opslaan. Er is bij betonfabrikanten behoefte om op een centrale plek in te kunnen kopen op een tussenstation voor vraag en aanbod van betongranulaat. Deze plek moet in de regio zijn, zodat transportbewegingen beperkt blijven.*
 - *Oplossing: Door het tijdelijk opslaan van herbruikbare producten en/of toekomstige grondstoffen afkomstig van meerdere projectlocaties op één centrale locatie in de regio kan er een grote winst worden behaald voor zowel de duurzaamheid (CO₂ uitstoot, grondstoffenbesparing) als de kosten. Een zogenaamde HUB-locatie kan bijdragen om circulariteit, korte en sluitende ketens en samenwerking in de regio te ondersteunen.*
 - *Rol overheid: Voor de realisatie van een HUB-locatie zou een gemeente bereid moeten zijn om mee te werken aan het juridische traject, zoals rondom het verkrijgen van ontheffingen en vergunningverlening. Als er bij sloopvergunningen waarbij beton betrokken is een check is op de bruikbaarheid en geschiktheid ervan, en er zijn regels over waar dit verwerkt wordt, kunnen er stappen worden gemaakt richting een circulair betonketen.*
4. Onvoldoende compliance
- *Knelpunt: Met het moederbestek kan de opdrachtgever concretiseren wat de eisen zijn met betrekking tot duurzaamheid, zoals circulariteit en CO₂-reductie en de eis van circulair of duurzaam slopen. In de praktijk is het zo dat eisen soms niet helder zijn geformuleerd of dat het voor de markt nog moeilijk of juist heel makkelijk is om aan bepaalde eisen te voldoen (Van Beek, 2023).*
 - *Oplossing: Maak circulair bouwen en slopen meetbaar, handhaafbaar en controleerbaar.*
 - *Rol overheid: Om als aanjager van de circulaire economie op te treden kunnen lokale en regionale overheden het regionaal schoon laten afvoeren van betonpuin meenemen in ontwerpen, voorschriften in bestekken en opnemen in een circulair sloopbeleid.*

Om de slag naar een circulaire betonketen in Regio Foodvalley te maken is gezamenlijke inspanning nodig. Het markttransformatie model van Simons en Nijhof (2021) biedt houvast aan vernieuwers die duurzame, systemische verandering nastreven. Verschillende stakeholders (bedrijfsleven, overheid, NGO's, financiële instellingen en kennisinstellingen) hebben in het markttransitieproces verschillende rollen en verantwoordelijkheden per fase (duurzaam-ondernemen.nl, 2021). Als het gaat om het organiseren van een circulaire betonketen is het doorlopen van elke fase nodig om te komen tot de eindfase van volwassenheid waarbij circulair slopen en hoogwaardig gebruik van betongranulaat in de regio de norm is. Wil de circulaire betonketen stappen verder komen, dan is de overheid vooral aan zet. Voor hergebruik van beton is in de Regio Foodvalley in het verleden een betonconvenant ondertekend, door gemeentes en marktpartijen. Dit convenant liep in 2020 af. Een nieuw betonconvenant voor Regio Foodvalley, waarin oplossingen zijn opgenomen van de knelpunten die op dit moment worden ervaren, zou aan te bevelen zijn en de transitie naar een circulaire betonketen versnellen.

8.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek

Met het project wordt een aanzet gedaan tot het organiseren van een circulaire betonketen uit VAB in de Regio Foodvalley. De wil om samen te werken is aanwezig in de regio. Er is veel vertrouwen in elkaar en dat is nodig om goede afspraken te kunnen maken en tot een goede business case te komen. De kosten en baten in de keten zullen eerlijker gedeeld moeten worden. Er is een economische gap aan de 'voorzijde' van de keten, waarbij effectieve prikkels nodig zijn om hoogwaardige recycling van betongranulaat mogelijk te maken. Het is aan te bevelen om daar vervolgonderzoek naar te doen.

Bij een circulair economisch model kijk je naar het reduceren van de CO₂ footprint en het materiaalgebruik. Het jaar 2025 gaat wat dat betreft een belangrijk kantelpunt worden, omdat het tarief van de CO₂-heffing voor industrie dan omhoog gaat. Ook op de import van materialen van buiten de EU wordt de CO₂ tax ingevoerd, waardoor bouwproducten substantieel duurder worden. Daarom moet de bouw over naar een ander verdienmodel. Duurzaam is duurder zolang vervuiling niks kost (Baars, 2023). Daarom is het belangrijk om waarde toe te kennen aan CO₂ reductie, zowel bij nieuwbouw als bij renovatie. Dat betekent o.a. ook dat betonfabrikanten nog meer CO₂ verbruik verantwoorden via bijvoorbeeld materiaalverantwoording en door CO₂-labels aan betonproducten te hangen. Vervolgonderzoek is nodig om aan te tonen wat er nodig is om ook op dit punt de keten verder te kunnen sluiten.

Literatuurlijst

- Albers, G. G. H., Luijten, C. J. L. M., & Van Dinther, B. L. P. (2019, 5 juli). *Op weg naar circulair slopen*. Cirkelstad. Geraadpleegd op 10 januari 2024, van <https://www.cirkelstad.nl/op-weg-naar-circulair-slopen/>
- Baars, M. (2023, 3 februari). *Michel Baars: "2025 wordt een belangrijk kantelpunt"*. Geraadpleegd op 18 juni 2024, van <https://www.jajo.com/kompas/michel-baars-2025-wordt-een-belangrijk-kantelpunt/>
- Betonakkoord. (2021, maart). *Roadmap Hergebruik Betonreststromen Betonakkoord*. Geraadpleegd op 18 januari 2024, van <https://www.betonakkoord.nl/wp-content/uploads/sites/43/166796/roadmap-hergebruik-betonreststromen-03.pdf>
- Betonakkoord. (z.d.). *Samen maken we de betonsector duurzamer*. Geraadpleegd op 18 juni 2024, van <https://www.betonakkoord.nl/#:~:text=De%20betonsector%20kan%20en%20wil,doelen%20en%20ambities%20gaat%20realiseren.>
- Betonhuis. (2023, 24 maart). *Circulaire innovaties: hoe Rouwmaat het beton van de Bolksbeekbrug recyclede*. Geraadpleegd op 11 januari 2024, van <https://betonhuis.nl/betonmortel/circulaire-innovaties-hoe-rouwmaat-het-beton-van-de-bolksbeekbrug-recyclede>
- Betonhuis. (2020, 20 maart). *Beton: het kloppend hart van de samenleving*. Geraadpleegd op 11 januari 2024, van <https://www.gww-bouw.nl/artikel/beton-het-kloppend-hart-van-de-samenleving/>
- BetonInfra. (2016a, maart). *Grenzen aan betongranulaat*. Geraadpleegd op 11 januari 2024, van <https://www.betoninfra.nl/toepassingen/duurzaamheid/grenzen-aan-betongranulaat#:~:text=Milieuvoordeel,en%20transporteren%20van%20primaire%20grondstoffen>
- BetonInfra. (2016, december). *Optimaal hergebruik beton beter dan maximaal*. Geraadpleegd op 18 januari 2024, van <https://www.betoninfra.nl/toepassingen/duurzaamheid/optimaal-hergebruik-beton-beter-dan-maximaal>
- BetonInfra. (2019, december). *Specificaties recyclinggranulaten beton*. Geraadpleegd op 18 januari 2024, van <https://www.betoninfra.nl/toepassingen/duurzaamheid/specificaties-recyclinggranulaten-beton>
- BOOT. (2023, 5 december). *Voortgangspresentatie VAB: Spoor Circulair slopen en bouwen Vrijkomende Agrarische Bebouwing Regio Foodvalley*.
- Bouw Circulair. (z.d.). *Registratie. Verificatie. Rapportage*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://projectenmodule.nl/>
- Bovenlander, J. P. (2012, juli). *Maatschappelijke overwegingen bij het in-situ aanbrengen van PUR-isolatie aan de onderzijde van vloeren*. GRID Consult. Geraadpleegd op 10 januari 2024, van <http://www.grid-consult.nl/rapporten/120513-PUR-kruipruimte.pdf>
- BRBS. (2008, september). *Puinbreken: naar vaste puinbreker of op slooplocatie?* Geraadpleegd op 18 juni 2024, van <https://www.brbs.nl/files/Flyer%20mobiel%20breken%204%20pg%20%283%29.pdf>
- CE Delft. (2016, juli). *Hoogwaardige recycling. Gevat in een beleidsformule en een multicyclus-LCA-methodiek*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE-Delft-Rebel-2H03-Economische-hoogwaardigheid-recycling-Def.pdf>
- Circulair West. (z.d.). *Circulair beton: de nieuwe basis. Samen op weg naar een schonere sector*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van https://www.circulairwest.nl/userfiles/bouwen_icoon/212_circulair_17_bc_beton_05_web.pdf?sid=1
- De Haan, A. (2023, juni). *Opkoopregelingen veehouderijen bekend: wat nu?* Geraadpleegd op 18 juni 2024, van <https://www.deomgevingsadviseurs.nl/actueel/opkoopregelingen-veehouderijen-bekend-wat-nu>
- Duurzaam-ondernemen.nl. (2021, 4 november). *Duurzame markttransformatie in de praktijk vraagt verandering van perspectief en skills*. Geraadpleegd op 18 juni 2024, van <https://www.duurzaam-ondernemen.nl/duurzame-markttransformatie-in-de-praktijk-vraagt-verandering-van-perspectief-en-skills/>
- GMB. (2019, april). *Ketenanalyse Beton*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://cdn.i-pulse.nl/gmb-website/userfiles/CO2-Prestatieladder/ketenanalyse-beton-gmb-2019-definitief.pdf>
- Het Groene Brein. (2021, februari). *Houvast voor duurzame vernieuwers. Vier perspectieven op transitiedenken en doen*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.sociaalcirculair.nl/wp-content/uploads/2021/02/Houvast-voor-duurzame-vernieuwers-Vier-perspectieven-op-transitiedenken-en-doen.pdf>
- Hubers, H., De Kruif, G. & Van Arkel, R. (2020). *VAB-Contact Plan van aanpak I businesscase*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van [https://www.regiofoodvalley.nl/fileadmin/regiofoodvalley.nl/documenten/VAB -Rapportage VAB Contact.pdf](https://www.regiofoodvalley.nl/fileadmin/regiofoodvalley.nl/documenten/VAB-Rapportage_VAB_Contact.pdf)
- Industrial Heat & Power. (2022, 10 oktober). *Bosch Beton plukt vruchten van verduurzaming*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.industrialheatandpower.nl/nl/nieuws-item/Bosch-Beton-plukt-vruchten-van-verduurzaming/>
- Informatiepunt Leefomgeving. (z.d.). *Meldingsplicht sloopactiviteit*. Geraadpleegd op 10 januari 2024, van <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/sloopactiviteit/meldingsplicht-sloopactiviteit/>
- Jansen, A. (2024, 14 juni). *Wat is gerecycled beton?* Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.ajansenbv.com/wat-is-gerecycled-beton/>

- HU Utrecht: Eindverslag Circulaire Stal (2019), Rapportage Materialenpaspoort (2020), Verslag Stromenanalyse Vrijkomend agrarisch vastgoed (2018)
- Kamerstukken II, 2022Z06601. (2022, 28 april). Geraadpleegd op 10 januari 2024, van <https://open.overheid.nl/repository/ronl-ddb9f52a0fe191c47b5e61fa226cb79d5704efa9/1/pdf/beantwoording-kamervragen-over-de-berichtgeving-dat-de-woningbouw-in-gevaar-komt-door-te-weinig-grind-en-zand.pdf>
- Kenniscentrum InfoMil (z.d.). *CE Schaduwprijzen methode*. Geraadpleegd op 25 juni 2024, van <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/lucht/digitale-ner/integrale-afweging/ce-schaduwprijzen/#:~:text=De%20schaduwprijs%20geeft%20de%20marktprijs,door%20de%20overheid%20vastgestelde%20milieudoelstellingen>
- Kerkhoven, R. (2021, 3 juni). *Presentaties webinars aan de slag met het Betonakkoord*. Geraadpleegd op 18 januari 2024, van <https://betonhuis.nl/betonhuis/presentaties-webinars-aan-de-slag-met-het-betonakkoord>
- Kiwa. (z.d.). *BRL 2506: Recyclinggranulaten voor toepassing in beton, wegenbouw, grondbouw en werken*. Geraadpleegd op 17 juni 2024, van <https://www.kiwa.com/nl/nl/services/certificering/brl-2506-recyclinggranulaten-voor-toepassing-in-beton-wegenbouw-grondbouw-en-werken/#:~:text=grondbouw%20en%20werken-.BRL%202506%3A%20Recyclinggranulaten%20voor%20toepassing%20in%20beton%2C%20wegenbouw%2C%20grondbouw,steenachtige%20afvalstoffen%20in%20een%20bewerkingsinstallatie>
- Kuindersma, P. (z.d.). *Circulair slopen, de kunst van het hergebruik*. Ingenii Bouwinnovatie. Geraadpleegd op 18 januari 2024, van https://www.ingeniibouwinnovatie.nl/wp-content/uploads/2021/04/Whitepaper-Circulair-slopen_DEF.pdf
- Kunst, M. (2024, 25 mei). *Ketenanalyse Beton 2023*. Koninklijke Oosterhof Holman. Geraadpleegd op 18 januari 2024, van <https://www.oosterhof-holman.nl/wp-content/uploads/2024/04/Ketenanalyse-Beton-2023.pdf>
- Milieudienst. (2007, maart). *Factsheet Mobiel breken*. Geraadpleegd op 18 juni 2024, van <https://www.brbs.nl/files/factsheetmobielbreken070309.pdf>
- Oerlemans, A. (2023, 21 juli). *Trend is gezet: bij 4 op de 10 gebouwen wordt bouw materiaal hergebruikt na sloop*. Change inc. Geraadpleegd op 18 januari 2024, van <https://www.change.inc/circulaire-economie/trend-is-gezet-bij-4-op-de-10-gebouwen-wordt-bouw-materiaal-hergebruikt-na-sloop-40228>
- PBL (2021, november 1). *Circulair Slopen*. Opgehaald van Circulariteit in de bouw: <https://themasites.pbl.nl/o/circulariteit-in-de-bouw/new-horizon/>
- Put, J. (2002). *Scherpe handhaving bij sloop voorkomt verontreiniging*. Geraadpleegd op 20 juni 2024, van <https://edepot.wur.nl/12929>
- Recyclepro. (2023, 20 juli). *Circulair bouwen met het Moederbestek*. Geraadpleegd op 18 januari 2024, van <https://www.recyclepro.eu/artikel/circulair-bouwen-met-het-moederbestek-2/>
- Regio Foodvalley. (2023, 7 december). *Circulaire betonketen heeft prikkels nodig*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.regiofoodvalley.nl/over-ons/over-regio-foodvalley/welk-resultaat-hebben-wij-bereikt/circulaire-betonketen-heeft-prikkels-nodig#:~:text=Grondstoffen%20worden%20schaarser%2C%20hergebruik%20van,bedrijven%2C%20overheid%20en%20onderwijs%20noodzakelijk>
- RVO. (2024, mei). *LBV-plus: Stappen na positieve beslissing*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/lbv-plus/na-positieve-beslissing>
- Rijksoverheid. (2024, april). *Meer budget en langere openstelling voor vrijwillige beëindigingsregelingen veehouderij*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2024/04/08/meer-budget-en-langere-openstelling-voor-vrijwillige-beeindigingsregelingen-veehouderij>
- Rijksoverheid. (z.d.). *Klimaatakkoord*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatakkoord/wat-is-het-klimaatakkoord#:~:text=Het%20belangrijkste%20doel%20van%20het,oplopen%20dan%201%2C5%20%E2%84%83>
- Rijksoverheid. (z.d.). *Circulaire economie*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>
- Rijksoverheid. (2023, september). *Toelichting circulaire klimaatmaatregelen*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2023/09/15/toelichting-circulaire-klimaatmaatregelen/toelichting-circulaire-klimaatmaatregelen.pdf>
- Rijksoverheid. (z.d.). *Status van het LAP*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van https://lap3.nl/publish/pages/225533/lap3_a-2_status-van-het-lap_ow_1-1-2024.pdf
- Rijkswaterstaat. (z.d.). *Puin en Granulaten*. Geraadpleegd op 17 juni 2024, van <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/puin-en-granulaten#:~:text=Na%20bewerking%20is%20het%20overgrote,meer%20op%20het%20product%20bestaat>

- Rijkswaterstaat. (2023, juni). *Onderzoek maatregelen bij mobiele puinbrekers. Stofemissies*. Geraadpleegd op 17 juni 2024, van https://www.internetconsultatie.nl/verzamelbesluit_omgevingswet_ienvw_milieu_2025/document/12247
- Simons, L. & Nijhof, A. (2021). *Changing the Game: Sustainable Market Transformation Strategies to Understand and Tackle the Big and Complex Sustainability Challenges of our Generation*. London: Routledge, p. 83 – 84
- Sloopmeters.nl. (z.d.). *Gaat u opstellen slopen?* Geraadpleegd op 17 juni 2024, van <https://www.sloopmeters.nl/ruimte-voor-ruimte-regeling>
- Sustainability University. (2022, september). *Hoe breng je een circulair idee naar (markt)volwassenheid?* Geraadpleegd op 17 juni 2024, van https://sustainabilityuniversity.org/wp-content/uploads/2022/09/Sustainability-University_Handleiding-transitiemanagement-Circulaire-Economie_September-2022.pdf
- Tweedekamer.nl. (2024, 28 februari). *Rondetafelgesprek Circulair bouwen*. Geraadpleegd op 17 juni 2024, van https://www.tweedekamer.nl/debat_en_vergadering/commissievergaderingen/details?id=2023A05603
- Van Arkel, R. (2020). *Stallen: Circulair behouden of Circulair slopen*. Geraadpleegd op 17 juni 2024, van https://www.rentmeesternvr.nl/l/en/library/download/urn:uuid:cce0d05f-7d4b-4f3d-bcbe-32c95f3914d8/stallen-p20.pdf?format=save_to_disk
- Van Beek. (2023, maart). *Circulair Bouwen met het Moederbestek*. Geraadpleegd op 17 juni 2024, van <https://moederbestek.nl/wp-content/uploads/2023/09/BRBS-BEwerken-mrt-2023-Ton-van-Beek.pdf>
- Van den Broek, T. (2021, 1 februari). *Losmaakbaarheid is de sleutel voor circulariteit*. Betonhuis. Geraadpleegd op 10 januari 2024, van <https://betonhuis.nl/constructief-prefab/losmaakbaarheid-de-sleutel-voor-circulariteit>
- Van den Berghe. (2023, oktober). *Ketenanalyse cementgebonden mengsels voor de wegenbouw*. Geraadpleegd op 20 juni 2024, van https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/p0005-prod-b24ed4bd9ec3440d82663a9531074c0e/public/skao_publication_document/0001/26/be62c4bc06831f8c2157e1726214f541bc559358.pdf
- Van der Wegen, G., Verbaten, M., & Van Leest, A. (2023). *Circulair beton met grof én fijn betongranulaat: nieuwe regelgeving om hoogwaardiger hergebruik toe te staan*. InfraTech - CROW. Geraadpleegd op 10 januari 2024, van https://www.crow.nl/getmedia/e3f82066-682a-4a84-9137-a45704490d6a/Betongranulaten_GertvdWegen_SGS.aspx
- Venema, G. Van der Meer, R., & Jager, J. (2022). *Landbouwstructuur in regio Foodvalley en gemeenten Bunschoten, Leusden, Putten en Woudenberg*. Geraadpleegd op 17 juni 2024, van <https://edepot.wur.nl/572701>
- Ypma, K. (2020, november). *Eindrapportage POP3-traject Circulaire toekomst Vrijkomende Agrarische Bebouwing*. Geraadpleegd op 17 juni 2024, van <https://www.circulairbuitengebied.nl/wp-content/uploads/2020/12/Eindrapportage-POP3-v4-19nov2020.pdf>
- ZandCompleet. (z.d.). *Betonggranulaat 0-4*. Geraadpleegd op 14 juni 2024, van <https://www.zandcompleet.nl/product/betonggranulaat/#:~:text=Betonggranulaat%20wordt%20verkregen%20uit%20betonpuin,dan%2090%25%20uit%20beton%20bestaat.>

Bijlage 1 – Lijst geïnterviewde personen

Naam	Functie	Organisatie
Peter Mooij	Strategisch adviseur / Project manager	Boot Ingenieurs
Bernard Uiling	Kwartiermakers Circulair	Insert
Wouter Dekker	Betontechnoloog	Vink
Dirk van de Streek	KAM-coördinator	Vink
Wim Bouw	CEO	Van de Kraats en Bouw
Wim Brouwer	Voorzitter	LTO Noord Gelderse Vallei
Sjaak van Schaik	Adviseur milieu en ruimtelijke ontwikkeling	Van Westreenen Adviseurs
Renso Vellema	Bedrijfsleider	Noppert Beton
Germ Dijkstra	Verkoper	Dam Beton
Anoniem		3 stoppende boeren uit Regio Foodvalley
Anoniem	CEO	Sloopbedrijf

Regio Foodvalley
Circulair •



Uitnodiging bijeenkomst Circulaire Betonketen

Dialoogsessie en eindpresentatie onderzoek CHE naar
Circulaire Betonketen in de Regio Foodvalley

Donderdag 11 juli: 12:30 - 15:30 uur

Locatie: Christelijke Hogeschool Ede, Oude Kerkweg 100 in Ede

Beste lezer,

Graag nodigen wij u uit voor een bijeenkomst rond de **betonketen op donderdag 11 juli** aanstaande. Tijdens deze sessie gaan we in gesprek over de onderzoeksresultaten en bespreken we een gezamenlijke visie op een circulaire betonketen in onze regio. Met alle aanwezige stakeholders willen we bepalen welke stappen nodig zijn om deze visie werkelijkheid te laten worden. Hoe kunnen we dat organiseren en waar liggen de kansen die we kunnen benutten? Uw input en betrokkenheid zijn van essentieel belang om dit succesvol te kunnen maken.

Tijdens deze bijeenkomst zal ook **Jacqueline Cramer**, voorzitter van het Betonakkoord en **voormalig minister van VROM**, een presentatie verzorgen over verduurzaming van de betonsector via het Betonakkoord. Na de voorbereidings- en opbouwfase is het Betonakkoord in de opschalingsfase aangekomen.



We hopen van harte op uw aanwezigheid, graag tot ziens op 11 juli! Aanmelden kan tot en met 27 juni via onderstaande knop.

[Aanmelden](#)



Een goed georganiseerd netwerk van ketenpartners die betonreststromen in de regio zo hoog mogelijk verwaarden, dat is dé schakel voor een circulaire betonketen!

Regio Foodvalley kenmerkt zich door een groot aantal bedrijven dat actief is in de betonindustrie. Door hergebruik van beton, betongranulaat, zand en grind kan de sector de CO2 footprint in de komende jaren aanzienlijk verlagen.

En dat is nodig, want de Nederlandse economie moet in 2050 volledig draaien op herbruikbare grondstoffen. De Christelijke Hogeschool Ede (CHE) heeft de afgelopen tijd onderzoek gedaan naar hergebruik van betonpuin uit het slopen van Vrijkomende Agrarische Bebouwing (VAB). De onderzoeksresultaten hebben een bredere potentie richting andere sectoren en ketens.

Om de transitie naar een circulaire betonketen te kunnen versnellen is regionale samenwerking nodig met alle partijen die daarin een rol en verantwoordelijkheid hebben: opdrachtgevers, leveranciers van grondstoffen, betonmortel en prefab, overheid (Rijksoverheid, provincies en gemeenten), bouwbedrijven, sloop- en recyclingbedrijven, ingenieursbureaus en onderwijsinstellingen.

De bevindingen van het CHE onderzoek zijn gestructureerd rond het in kaart brengen van knelpunten en het aandragen van oplossingsrichtingen waardoor circulair slopen en hoogwaardig hergebruik van betongranulaat worden gestimuleerd en verankerd binnen de sector.

Programma

13:00 uur - Welkom door Wim Oosterwijk (wethouder gemeente Barneveld)

13:05 uur - Presentatie onderzoeksresultaten

Circulaire betonketen uit vrijkomende agrarische bebouwing Foodvalley onderzoek.

Door Henk Kievit, lector CHE

13:30 uur – Presentatie verduurzaming betonsector via Betonakkoord

Het Betonakkoord zorgt voor een ambitieuze verduurzaming van de betonsector op het gebied van CO₂, circulariteit en biodiversiteit door samenwerking in de betonketen. Na de voorbereidings- en opbouwfase is het Betonakkoord in de opschalingsfase aangekomen.

Door Jacqueline Cramer, voorzitter van het Betonakkoord (en voormalig minister VROM)

13:45 uur - Dialoog met belanghebbenden

Onder leiding van Henk Kievit (lector CHE) en Carolien Huisman (programmamanager Living Lab Regio Foodvalley Circulair).

- Hoe kunnen we zorgen voor een verdere opschaling van circulair slopen en hoogwaardig hergebruik van betongranulaat?
- Welke partijen zijn daarvoor nodig en welke rol en verantwoordelijkheid kunnen zij daarin nemen?

Pannelleden: Kreeft (Dirk Jan van den Brink), Van de Kraats en Bouw (Wim Bouw), Bosch Beton (Brechtje van den Beuken), Buro Boot (Kees Boot), gemeente Veenendaal (Evelien Starreveld).

14:30 uur - Bepalen vervolgstappen

14:45 uur – Netwerkmoment

15:30 uur - Einde bijeenkomst

Locatie

Christelijke Hogeschool Ede
Oude Kerkweg 100,
6717 JS Ede

www.che.nl



Bijlage 4 – In 9 stappen naar een circulaire betonketen

