

gent:



# Stapsteen naar een circulaire stad

Publieksrapport 2020

## INHOUD

### Inleiding

*Doel*

### Het Carbstone-proces

- 1.1. Aanmaken van het mengsel
- 1.2. Vormgeving
- 1.3. Carbonatatie

### Eigenschappen van de Carbstone-klinkers

- 2.1. Technische en milieuhygiënische eigenschappen
- 2.2. Hoe ermee omgaan tijdens plaatsing en bij afbraak?
- 2.3. Milieu-impact (LCA-analyse)

### Leerlessen

- 3.1. Innovatieve bouwmaterialen en openbare aanbestedingen
- 3.2. Demonstratieproject

3  
5  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
14  
16  
17  
17

Dit project is mogelijk gemaakt met de steun van Vlaanderen Circulair.



### Partners



peter stouthuysen

DATA VISUALISATION, INFOGRAPICS  
DASHBOARD DESIGN

# Inleiding

De Stad Gent kiest voor een economische toekomststrategie met meer jobs en toegevoegde waarde, innovatie en klimaatneutraliteit. Willen we deze doelstellingen halen, dan moeten we werk maken van een circulaire economie. Een groot deel van de broeikasgasemissies zijn immers materiaalgerelateerd. Het spaarzaam omgaan met materialen en deze zo lang mogelijk in kringlopen proberen te houden, is een belangrijke strategie.

Het ontwikkelen en demonstreren van circulaire bouwmaterialen, zoals uitgevoerd in het project ‘Stapsteen naar een circulaire stad’ (kortweg: Stapsteen) past hier volledig in.

In Stapsteen werden Carbstone-klinkers, ontwikkeld door VITO en Orbix, geplaatst in een voetpad in de Leeuwstraat te Gent. Deze Carbstone-klinkers voldoen aan dezelfde technische vereisten als betonstraatstenen, maar door hun unieke productiemethode dragen ze bij aan het verlagen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De klinkers worden immers gemaakt zonder cement, door restproducten (metaalslakken) uit de staalindustrie te laten reageren met CO<sub>2</sub>.

Het project was een samenwerking tussen de Stad Gent, VITO, Orbix, UGent, Vlaanderen Circulair en Peter Stouthuysen. Belangrijk hierbij is dat er niet alleen aandacht was voor de technische kant van de zaak (productontwikkeling) maar ook (en vooral) naar mogelijke hinderpalen en opportuniteiten voor de introductie van duurzame technologie.

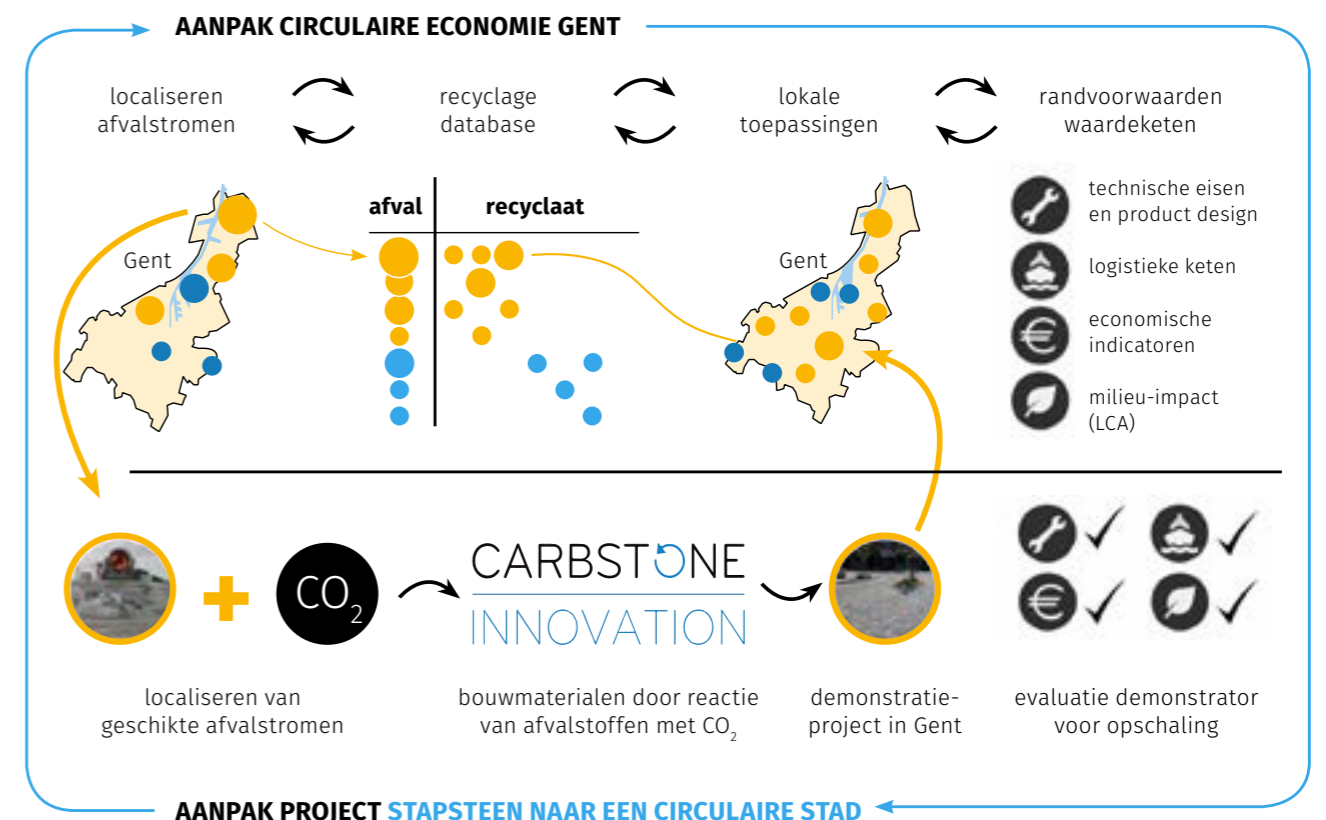
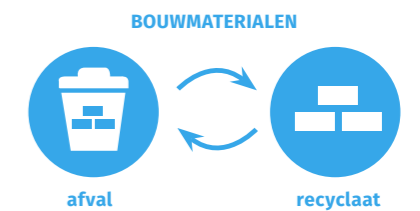
Met dit project zijn we erin geslaagd:

- Een demonstratie te realiseren op Gents grondgebied van een bouwsteen op basis van de Carbstone-technologie, met grondstoffen uit de omgeving. We hopen dat dit een opstap is naar een werkelijke marktintroductie.
- Een geslaagde co-creatie op te zetten met verschillende partijen als kennisinstellingen, ondernemers die technologie maken en toepassen én verschillende diensten van de Stad Gent; kortom partners met verschillende noden en inzichten.
- Aan te tonen dat innovatieve materialen op basis van ‘afvalstromen’ zoals CO<sub>2</sub> en restproducten een kwaliteitsvol alternatief kunnen zijn voor de meer milieubelastende materialen.
- Aankopers te ondersteunen bij hun bestekken rond innovatieve materialen.

Figuur 1 het project “Stapsteen naar een circulaire stad” in een oogopslag

## Stapsteen naar een circulaire stad in het kader van circulaire economie Gent

Aanpak van de **circulaire economie Gent** zet in op het creëren van lokale circulaire waardeketens. De focus ligt in eerste instantie op bouwmaterialen en plastics. **Stapsteen** zal bijdragen aan de realisatie van een nieuwe lokale circulaire keten van bouwmaterialen



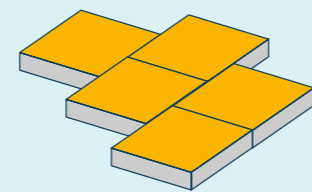
# Van CO<sub>2</sub> en metaalslakken tot circulair voetpad in de stad

## Scope van het stapsteenproject

### Technologische innovatie



### Productontwikkeling



Voor het project stapsteen werd een **klinker** voor **voetpaden** ontwikkeld

### Demo/Proeftuinen



In Gent werd 110m<sup>2</sup> voetpad geselecteerd om het product te demonstreren

### Op de markt



### Samenwerking tussen:

#### OVERHEDEN



De stad Gent wil de **circulaire economie promoten** en engageert zich om innovatieve producten toe te passen. Dit biedt bedrijven een kader om in innovatie te investeren.

#### BEDRIJVEN



Orbix heeft de **carbstone technologie** ontwikkeld waarbij CO<sub>2</sub> gebonden wordt aan calciumoxide om zo cementvrije bouwproducten te maken. De calciumoxide kan gehaald worden uit metaalslakken.

#### ONDERZOEKS-INSTELLINGEN



VITO was als technologische onderzoeksinstituut betrokken bij de ontwikkeling van de carbstone technologie.

#### Financiering van het stapsteenproject



De stadsdiensten verantwoordelijk voor de aanleg van nieuwe voetpaden schetsten het **juridisch en technisch kader** waaraan de te ontwikkelen klinker moet voldoen.



De stad Gent engageert zich om de klinker te gebruiken bij de heraanleg van één van haar voetpaden.



Orbix ontwikkelde een **cementvrije klinker** die voldoet aan de technische eisen voor voetpaden. Daarbij werden lokale metaalslakken van Arcelor Mittal gebruikt



Orbix produceert de klinker op **semi-industriële** schaal



VITO onderzocht de **technische eigenschappen** van de verschillende mengsels om te bepalen welke in aanmerking komen voor het maken van de klinker.



De UGent voerde een **levenscyclus-analyse** uit om de milieu-impacten van de circulaire steen in kaart te brengen.



De demonstratie van een circulair voetpad in Gent en de leerlessen met betrekking tot certificering moeten ook andere overheden overtuigen om met dit circulair product aan de slag te gaan.



Het doel is om de klinker op een **markt-conforme** manier te produceren. Waar kan wordt er gebruik gemaakt van **lokaal** gegenereerde CO<sub>2</sub> en metaalslakken.

# Het Carbstone-proces:

Deze bestaat uit drie stappen:  
het aanmaken van het mengsel,  
de vormgeving en carbonatatie.

## 1.1. Aanmaken van het mengsel

**A**ls grondstoffen voor het mengsel werd ervoor gekozen om zoveel mogelijk lokale grondstoffen te gebruiken – in Gent werden deze gevonden bij Arcelor Mittal, die LD-slakken uit de staalproductie aanleverde. Deze werden aangevuld met de door Orbix gevaloriseerde minerale fracties komende uit roestvaststaalslakken van Arcelor Mittal te Genk.

De juiste verhoudingen van de verschillende ingrediënten werden bepaald door VITO en Orbix in een aantal testproducties, waarbij klinkers van 22x11x8 cm werden gemaakt. De belangrijkste randvoorwaarde daarbij was het behalen van de juiste splijttreksterkte om te voldoen aan EN 1338, ofwel de standaardvoorwaarden voor betonstraatstenen.

Aan het oppervlak werd een fijnkorrelige laag toegevoegd voor een mooier uitzicht.

>

**Figuur 2** Kleine klinkers (22x11x8 cm) testproductie



**Figuur 3** grote klinkers (22x22x8 cm) demo-productie



**Figuur 3** Metalika-trilpers met Carbstone-klinkers voor Stapsteen



### 1.2. Vormgeving

De klinkers werden vormgegeven met behulp van een Metalika trilpers in de pilotinstallatie van Orbix te Farciennes. Een zeer belangrijke parameter bij dit type pers is het vochtgehalte van de mengsels, dat optimaal moet zijn om voldoende "groene" sterkte te krijgen zodat de klinkers verplaatst kunnen worden naar de autoclaaf voor carbonatatie.

### 1.3. Carbonatatie

De carbonatatie van de klinkers gebeurt in een droogkamer of in dit geval in een autoclaaf waar gedurende ca 20 uur CO<sub>2</sub> wordt toegevoerd aan de klinkers. Carbonatatie betekent het chemisch reageren van vooral de calciumhydroxides Ca(OH) en magnesiumhydroxides in de klinkers (afkomstig van de fijne minerale fractie die uit de roestvaste staalslakken bekomen werd) met CO<sub>2</sub>. Bij deze

reactie komt warmte vrij en worden harde carbonaten gevormd (calcium- en magnesiumcarbonaten of CaCO<sub>3</sub> en MgCO<sub>3</sub>), die sterkte geven aan de klinkers. Er wordt als het ware kunstmatige kalksteen gevormd door het toevoegen van CO<sub>2</sub>.

**Figuur 4** Laden van de autoclaaf met Stapsteen klinkers voor de carbonatatiecyclus



# Eigenschappen van de Carbstone-klinkers

## 2.1. Technische en milieuhygiënische eigenschappen

**Tabel 1** technische eigenschappen van Stapsteen klinkers conform EN 1338

Eigenschap	Overeenkomstigheidscriteria	Aantal testklinkers	Beoordeling 10 dagen	Beoordelaar
Visuele aspecten	Geen enkele betonstraatsteen vertoont scheuren, afschilferingen of hechtingsgebreken.	20	OK	Orbix
Vorm en afmetingen	Elke betonstraatsteen voldoet aan de eisen: L en B: $\pm 2$ mm, H: $\pm 3$ mm.	8	OK	GEOS
Dikte van de deklaag	Elke betonstraatsteen voldoet aan de eisen van minimale dikte van 4 mm.	8	OK	GEOS
Splijttreksterkte en breuklast	Geen enkele betonstraatsteen vertoont een splijttreksterkte kleiner dan 3,6 Mpa.	8	OK <sup>(1)</sup>	ORBIX
Slijtvastheid	Waardetest < of = 23 mm	3	OK	GEOS
Waterabsorptie	Geen enkele betonstraatsteen heeft een waterabsorptie van meer dan 6 %.	3	NOK/NVT	GEOS
Vorstdooi weerstand	De gemiddelde waarde van 3 betonstraatstenen is niet meer dan 1,0 kg/m <sup>2</sup> zonder individuele resultaten groter dan 1,5 kg/m <sup>2</sup> (28 cycli met 3% NaCl)	3	OK	GEOS

<sup>(1)</sup> Na 2 maanden

**D**e klinkers voldoen aan de vereisten voor standaard betonstraatstenen zoals gedefinieerd in EN 1338. De verhoogde waterabsorptie vormt geen probleem aangezien de weerbestandheid conform de vorst/dooi test voldoet en naar verwachting zal de waterabsorptie ook nog afnemen met de tijd door verdere carbonatatie.

De klinkers werden eveneens getest op hun milieuhygiënische kwaliteit, of het risico op uitloging van metalen naar bodem- en grondwater, conform de vereisten van VLAREMA<sup>1</sup> en in overleg met OVAM. De analyses toonden aan dat de Carbstone-klinkers voldoen aan de VLAREMA-wetgeving, en dus geen risico vormen voor verontreiniging. OVAM leverde een grondstofverklaring af voor de aanleg van het voetpad in Gent.

## 2.2. Hoe ermee omgaan tijdens plaatsing en bij afbraak?

Qua afmetingen en gewicht zijn de Carbstone-klinkers zeer gelijkaardig aan gewone betonstraatstenen. Plaatsing en aanleg kan dus gebeuren op de geijkte manier. Met behulp van de HERI-tool werd ook nagegaan of er bijkomende maatregelen nodig zijn omwille van de licht verhoogde concentraties van Chroom (Cr) en Nikkel (Ni) in de klinkers (door van het gebruik van metaalslakken). De analyse toonde aan dat er geen gezondheidsrisico's zijn voor arbeiders bij het tijdelijk werken met de Carbstone-klinkers. Bij levenslang, continu gebruik zullen tijdens slijpen, breken en zagen van de klinkers zullen stofmaskers voorzien moeten worden, zoals nu ook het geval is voor standaard betonstraatstenen.

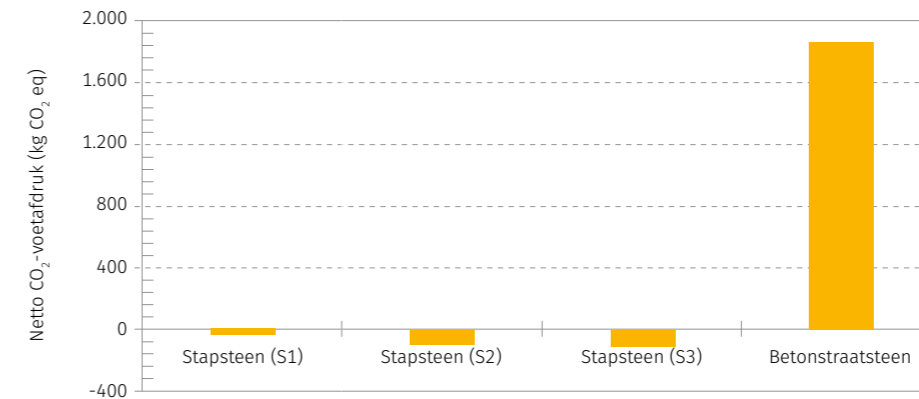
## 2.3. Milieu-impact (LCA-analyse)

Het netto milieuvoordeel van de toepassing van Stapsteen in de regio Gent werd berekend aan de hand van een Levenscyclusanalyse (LCA-analyse). Daarbij werden 3 verschillende scenario's bekeken:

- › **Scenario 1:** Industriële productie van Carbstone-klinkers in Gent, met een lokale leverancier voor LD-slak en CO<sub>2</sub>, maar aanvoer van roestvaststaalslakken vanuit Orbix, Genk. Slakken worden beschouwd als bij-producten (gedeeltelijke toekenning impact van productieproces).
- › **Scenario 2:** Industriële productie van Carbstone-klinkers in Gent, met lokale leverancier voor alle grondstoffen. Slakken worden beschouwd als bij-producten.
- › **Scenario 3:** Idem scenario 2, maar slakken worden beschouwd als afvalproducten (geen impact van productieproces).

Deze scenario's werden vergeleken met de productie van een standaard betonstraatsteen.

**Figuur 5** vergelijking netto CO<sub>2</sub>-voetafdruk van 100 m<sup>2</sup> stapsteen (inclusief CO<sub>2</sub>-captatie) volgens LCA-scenario's **S1**, **S2** en **S3** en 100 m<sup>2</sup> standaard betonstraatsteen.



Figuur 5 toont dat de klinkers netto CO<sub>2</sub> capteren, vergeleken met een significante uitstoot van CO<sub>2</sub> voor standaard betonstraatstenen. Zelfs voor de kleine oppervlakte van 100 m<sup>2</sup> klinkers in het Stapsteen project komt de netto CO<sub>2</sub>-winst al op zo'n 2 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten (CO<sub>2</sub>e).

Het potentieel is dus aanzienlijk...

- › [Besluit van de Vlaamse Regering tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen van 17 februari 2012](#)
- › [HERI \(Health and Environment Risk Indicator\) is een softwaretool ontwikkeld door VITO in het kader van het EU FP7-programma IRCOW \(Innovative Strategies for High-Grade Material R](#)

# Leerlessen:

## Innovatieve bouwmaterialen en openbare aanbestedingen

### Demonstratieproject

**Standaardbestek 250:** hierin staat alle informatie (het geheel aan standardeisen) voor het opstellen van bestekken voor werken in verband met wegenbouw, rioleringen, signalisatie en groenaanleg. Het werd goedgekeurd en uitgegeven door het Vlaams Agentschap Wegen en Verkeer.

### 3.1. Innovatieve bouwmaterialen en openbare aanbestedingen

Naast de praktische uitwerking heeft Stapsteen ook zeer sterk de nadruk gelegd op het identificeren van leerlessen voor enerzijds demonstratieprojecten, maar anderzijds ook de introductie van innovatieve bouwmaterialen op onze markt.

Een van de belangrijkste hinderpalen die daarbij werden geïdentificeerd is de huidige regelgeving, die jammer genoeg niet is afgestemd op innovatie. **zie infografiek 'drie benaderingen'**

Grote bouwheren, en met name overheden, verwijzen in België zeer vaak naar het Standaardbestek of typebestek 250 voor het uitvoeren van openbare werken. Dit document is een oplijsting van alle standardeisen voor het opstellen van bestekken voor o.a. wegenbouw, waarbij zeer vaak gerefereerd wordt naar BENOR-normen. BENOR is een Belgische vertaling van de Europese norm, m.a.w.: zonder Europese norm is geen BENOR-keurmerk mogelijk. En daar wringt net het schoentje, want het verkrijgen van zo'n Europese norm is quasi onmogelijk voor een innovatief product omdat zij afwijken qua samenstelling (zie infografiek). De technische performantie kan wel gegarandeerd worden met een ATG (Belgische technische keuring), maar dit is onvoldoende voor Standaardbestek 250.

Het gebruik van SB250 is zeker niet verplicht. Een overheid die het gebruik van innovatieve materialen wil aanmoedigen, kan hiervan uiteraard afwijken en zijn eigen regels opstellen. Dit vraagt echter wel een grotere inspanning, gedegen kennis en brengt ook een groter risico met zich mee. In de praktijk is dit dus vaak niet zo eenvoudig. Vanuit Stapsteen willen wij dan ook graag pleiten voor aanpassingen in SB250, met focus op technische vereisten gebaseerd op performantie (doet het wat het moet doen?) in plaats van samenstelling (wat zit er in?). **zie infografiek: 'standaardbestek 250'**

### 3.2. Demonstratieproject

Tijdens de uitvoering van het Stapsteenproject botsten we vaak op de grenzen van een demonstratieproject, waaruit zeer waardevolle leerlessen werden getrokken.

De eisen voor technische performantie en milieuhygiënische impact zijn veel hoger voor een toepassing in de reële omgeving dan voor een kleinschalige test in een onderzoekscontext. Dit is zeker begrijpelijk omwille van de hogere (gepercipieerde) risico's, maar leidt ook tot enerzijds vertragingen die moeilijk in te passen zijn in een kortlopend project en anderzijds tot soms irrealistische verwachtingen. Een piloottest kan immers nooit voldoen aan de homogeniteit en continuïteit van een geoptimaliseerde industriële productie.

Net dit spanningsveld toont echter aan hoe belangrijk een demonstratieproject is voor het opbouwen van vertrouwen. Door in co-creatie te gaan met de eindgebruiker voor een reële situatie worden alle vragen en bekommernissen in kaart gebracht en kan hierop ingespeeld worden.

Zeer belangrijk daarbij is echter om de verwachtingen correct in te schatten en op elkaar af te stemmen. Niet alles kan opgelost worden in een demonstratieproject, maar in elk geval worden de openstaande vragen en bezorgdheden duidelijk. Hierop kan dan in de verdere ontwikkeling ingespeeld worden, om te komen tot een succesvolle marktintroductie van innovatieve materialen. **zie infografiek 'demonstratieproject'**



# Innovatieve bouwmaterialen en openbare aanbestedingen

## DRIE BENADERINGEN

### 1 standaardbestek 250

Wanneer een overheid een bestek moet opstellen voor wegenwerken kan zij beroep doen op het standaardbestek (of typebestek) 250 voor de wegenbouw. Hierin staan alle standaardisen voor het opstellen van bestekken voor werken in verband met wegenbouw, rioleringen, signalisatie en groenaanleg. SB 250 verwijst vaak naar de BENOR normering. BENOR is een vrijwillig Belgisch keurmerk.



aanbestedende overheid



producent innovatief bouw materiaal

door te verwijzen naar SB250 is de kwaliteit van de producten verzekerd



/

SB250 laat gebruik van innovatieve materialen niet toe en remt zo overheden die duurzame innovatieve bouwmaterialen willen



innovatieve bouwmaterialen voldoen zelden aan de standaardnormen omwille van hun samenstelling en kunnen daarom, ondanks gelijkwaardige performantie, niet gebruikt worden

#### AANBEVELING

De huidige benadering van het standaardbestek 250 met een zeer descriptieve normering vertraagt de introductie van duurzame innovatieve bouwmaterialen. Een standaardbestek dat zich baseert op performantie zou hierop een antwoord kunnen bieden.

### 2 aangepast standaardbestek

Een aangepast standaardbestek 250 waarbij ruimte wordt gecreëerd voor innovatieve bouwmaterialen die niet getoetst kunnen worden aan een bestaande normering. Dit zou moeten gebaseerd zijn op performantie (wat moet het product kunnen) in plaats van de samenstelling (wat moet het product zijn).



aanbestedende overheid



producent innovatief bouw materiaal

standaardbestek 250 gebruiken en toch ruimte voor introduceren van duurzame innovatieve bouwmaterialen



mogelijkheid om innovatieve producten te gebruiken in overheidsopdrachten gebaseerd op SB250

administratieve lasten voor de interpretatie van de performantietesten



/

#### AANBEVELING

Een fundamentele aanpassing van het standaardbestek 250 is een tijdrovend proces met een onzekere aop. Een aanbestedende overheid kan in afwachting hiervan werken met individuele bestekken die ruimte laten voor duurzame innovatieve bouwmaterialen.

### 3 eigen bestek

Overheden hoeven niet gebruik te maken van een standaardbestek 250. Een eigen bestek geeft hen de mogelijkheid om andere parameters zoals duurzaamheid en circulariteit op te nemen in het evaluatieproces.



aanbestedende overheid



producent innovatief bouw materiaal

de evaluatiecriteria kunnen maximaal afgestemd worden op de beleidsdoelstellingen van de aanbestedende overheid



innovatieve bouwmaterialen die in lijn zijn met de beleidsdoelstelling (vb. meer circulariteit) maken meer kans

administratieve lasten zijn hoger dan bij standaardbestek en er is een grotere onzekerheid over de performantie bij innovatieve materialen



/

#### AANBEVELING

De extra administratieve lasten en het hogere risicogehalte van deze aanpak brengt extra druk met zich mee voor de betrokken administraties. Hou hier rekening mee en vang deze op met duidelijke afspraken. Zo is het belangrijk dat innovatieve producten nog steeds voldoen aan de nodige performantietesten.

Hoe het standaardbestek 250 de toepassing van een innovatief bouw materiaal zonder BENOR norm bemoeilijkt.

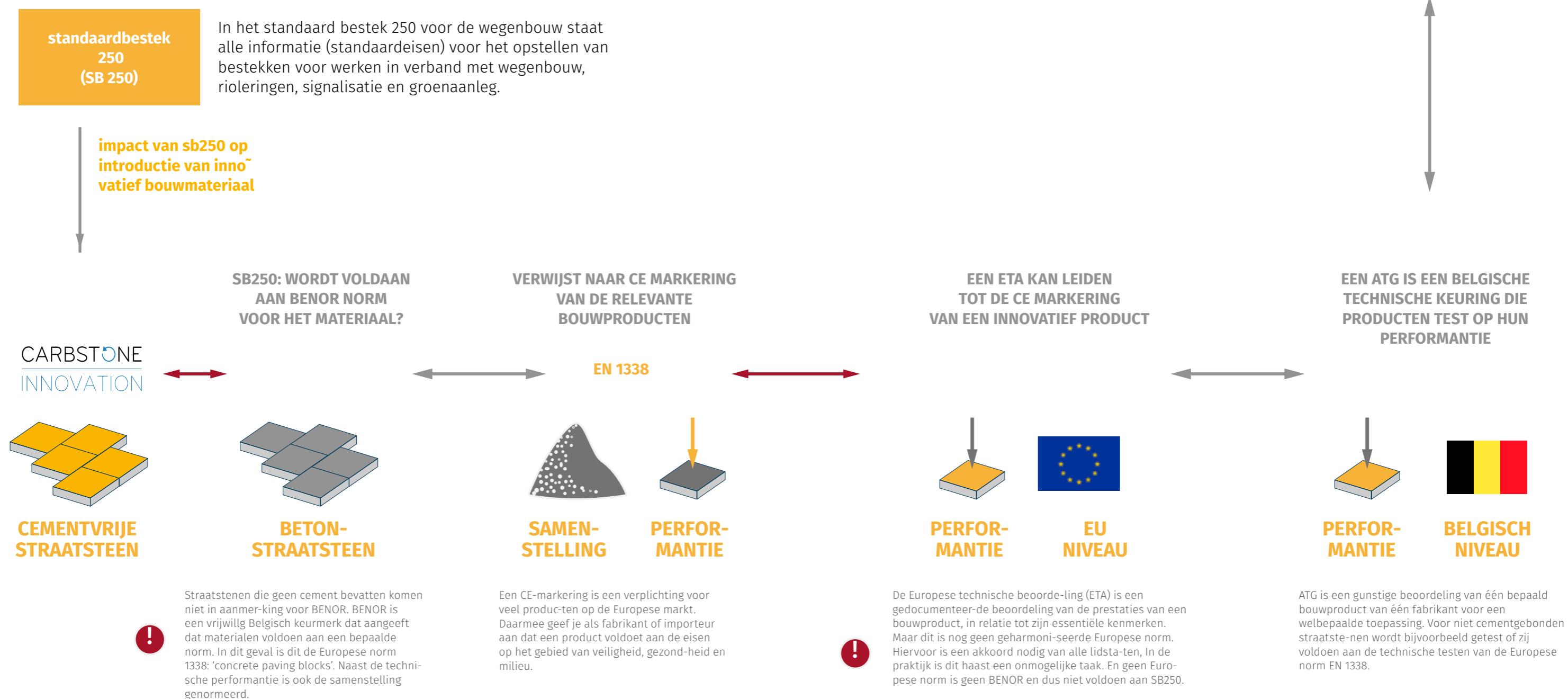
# Innovatieve bouwmaterialen en openbare aanbestedingen

**Een innovatief bouwproduct dat gemaakt is uit een ander materiaal dan voorgeschreven in de benor norm zal niet voldoen aan de eisen van het standaardbestek 250.**

Bijvoorbeeld een cementvrije straatsteen zal, net omdat hij geen cement bevat, niet kunnen voldoen aan de benor norm voor betonstraatstenen.

Dit is een belangrijke drempel voor duurzame innovatieve bouwmaterialen om op de markt gebracht te worden, ook al voldoen ze aan de technische vereisten.

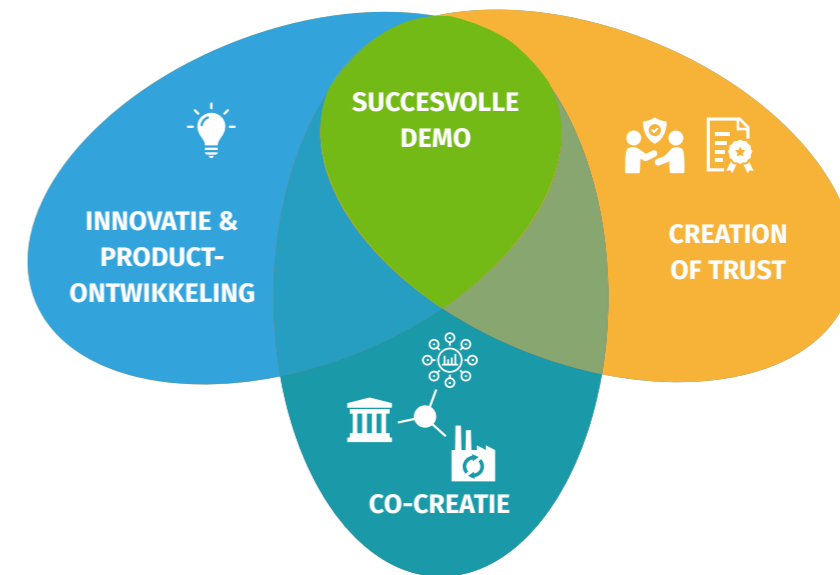
Standaardbestekken die focussen op prestatiekenmerken in plaats van productsamenstelling kunnen voor innovatieve producten een oplossing zijn.



# Leerlessen van - 'stapsteen naar een circulaire stad'

Stapsteen bevestigt de idee dat een **demo-project** cruciaal is voor het opbouwen van **vertrouwen** voor de marktintroductie van een **innovatief bouwproduct**.

Door in **co-creatie** te gaan met de eindgebruiker worden de belangrijkste marktnoden duidelijk en worden gericht de administratieve uitdagingen aangepakt.



## STAPSTEEN

Van CO<sub>2</sub> en metaalslakken tot een circulair voetpad.



### INNOVATIE & PRODUCTONTWIKKELING



Visie van **overheid** creëert kader voor innovatie



Betrek **onderzoeksinstituten** bij de ontwikkeling van nieuwe technologie.



De uiteindelijke innovatie en productontwikkeling komt van **bedrijven**.



### CO-CREATIE



Co-creatie is een heel belangrijk gegeven. De technologie-ontwikkelaar, de pilootfabriek, de onderzoeksinstituut, de lokale overheid met haar verschillende betrokken diensten, de universiteit... allen hebben ze een belangrijke rol in de totstandkoming van het demonstratieproject. Elke partner of externe partij heeft zijn eigen expertise en verwachtingen. Het is cruciaal voor het succes van het demo-project om deze verwachtingen op elkaar af te stemmen.

### CREATION OF TRUST



Nieuwe producten vinden niet zonder meer hun weg naar de markt. Zowel van de betrokken bedrijven en zeker ook van de klanten en overheid zijn er veel vragen over de toepassingen van deze nieuwe producten en hun duurzaamheid. Voor producten die in een streng gereguleerd kader worden geïntroduceerd is het belangrijk dat de overheid een kader creëert waarin een demo-project kan plaatsvinden en risico's opgevangen worden.

