



# Geopolymeerbeton, één van de duurzame routes uit het Betonakkoord

## Geopolymeerbeton (GPB), in andere landen ook wel alkalisch-geactiveerd beton of beton met een anorganisch bindmiddel genoemd, is geen nieuw bouw materiaal. Het werd in het verleden al succesvol toegepast, bijvoorbeeld in de voormalige Sovjet-Unie.

GPB heeft de afgelopen jaren veel aandacht getrokken omdat duurzaamheid en zorg voor het milieu terecht hoog op de agenda staan. Voor Betonhuis was de motivatie voor het opstellen van dit kennisdocument om iedereen te informeren die interesse heeft in deze ontwikkeling en het potentieel ervan in de toepassing ziet.

### Geopolymeerbeton, toepassing in de bouw

Traditioneel cementbeton (TB) hardt uit door de reactie van water met de verschillende componenten van cement. Het ontstaan van calciumhydroxide ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) speelt hierbij een belangrijke rol bij de vorming van nieuwe reactieproducten. GPB bevat vergelijkbare componenten in het bindmiddel als TB, maar dan in een andere verhouding. De activatorrol in GPB wordt gespeeld door verbindingen die alkaliën bevatten en daarmee de reacties stimuleren. Dit zijn voornamelijk de verschillen in samenstelling tussen GPB en TB. De volgende aspecten in mengselsamenstelling komen onder andere aan de orde:

- Productie en kwaliteit;
- Eigenschappen;
- Duurzaamheid en veiligheid;
- Markten voor GPB;
- Regelgeving.

Twee belangrijke aspecten van GPB zijn de milieu-impact en de arbeidsveiligheid. GPB kan de koolstofvoetafdruk van beton verminderen, maar de omvang van de reductie hangt af van de samenstelling en de keuze van het referentiebeton voor de vergelijking. Het is belangrijk om te weten dat, in tegenstelling tot TB, de pH-waarde bij GPB tijdens de beginfase van de productie niet stijgt; de activators zelf hebben een bijtend of irriterend karakter, wat in de productie in overweging moet worden genomen.

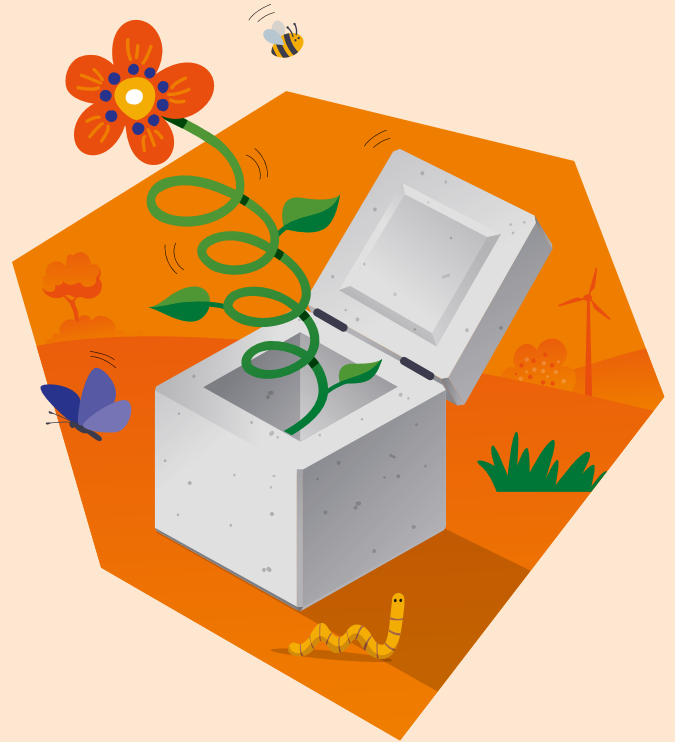
### Eigenschappen geopolymeerbeton

Er wordt onderscheid gemaakt tussen mengsels die duidelijk minder calcium bevatten dan traditioneel cement. Bindmiddelen voor GPB die weinig calcium bevatten, zijn bijvoorbeeld vliegas of metakaolin, terwijl hoogovenslak meer calcium bevat dan de eerder genoemde bindmiddelen, maar relatief minder dan Portlandcement. Op basis van de samenstelling van de bindmiddelen en de resulterende microstructuur kunnen ook de eigenschappen van GPB verklaard worden. Vaak worden GPB en TB op basis van de druksterkte na 28 dagen vergeleken, hoewel dit niet altijd de meest relevante of enige belangrijke eigenschap is.

### Zeer hoge druksterktes

GPB kan zowel lage als zeer hoge druksterktes bereiken, waarbij de elasticiteitsmodulus meestal lager is en de treksterkte hoger. De mate van krimp kan variëren afhankelijk van verschillende parameters, maar deze kan duidelijk verminderd worden door een warmtebehandeling. De duurzaamheid van GPB, vergelijkbaar met TB, wordt beïnvloed door de permeabiliteit van het poriënsysteem. Vanwege de lagere hoeveelheid calciumverbindingen kan GPB betere weerstand bieden tegen chemische aantasting en een verbeterde brandwerendheid vertonen in vergelijking met TB. Microscheurvorming kan echter leiden tot afwijkingen in eigenschappen na verloop van tijd, en de manier van nabehandeling is hierbij belangrijk. Het hergebruik van gerecycled GPB in TB zou aanvullend onderzoek vereisen met betrekking tot het vrije gehalte aan alkaliën om alkali-silica-reacties te voorkomen.

# Bouwen aan een groenere toekomst kan met geopolymeerbeton - waar innovatie en duurzaamheid samenkomen



## Milieu en arbeidsveiligheid

TB is een zeer duurzaam product met een totale CO<sub>2</sub> belasting van 1,6% in Nederland (inclusief wapeningsstaal). Geopolymeren kunnen in bepaalde toepassingen een bijdragen leveren om dit het percentage van 1,6% verder te laten dalen. In een literatuurstudie werd een CO<sub>2</sub>-reductie ten opzichte van puur op Portlandcement gebaseerd beton aangegeven in een bandbreedte van 40-80%. Er worden zelfs extreme waarden genoemd, variërend van 97% CO<sub>2</sub>-besparing tot slechts 10%. Terwijl bij traditioneel beton (TB) de milieu-impact grotendeels wordt veroorzaakt door het cement, wordt deze bij Geopolymeerbeton (GPB) veroorzaakt door de activators. Voor levenscyclusanalyses is het van belang om duidelijke cijfers te hebben met betrekking tot de milieu-impact van de activators. Beton met vergelijkbare prestaties, toegespitst op de toepassing, moet onderling worden vergeleken. Een belangrijk aspect met betrekking tot de GPB-technologie is het gebruik van vloeibare of droge alkali-activators, die bijtend of irriterend kunnen zijn. Vers GPB is nog duidelijk agressiever dan TB op basis van Portlandcement. De pH-waarde van GPB kan 14 of hoger zijn, in vergelijking met TB dat normaal gesproken een pH-waarde van 12-13 heeft en dit pas bereikt na voortgezette hydratatie.

Verwerkers van GPB kunnen het beste contact opnemen met de producent om te leren en getraind te worden in de juiste behandeling, veiligheidsmaatregelen en procedures. Het dragen van Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM) is essentieel.

## Markt en regelgeving

De markt en toepassingen van GPB zijn zeer divers. Ze kunnen variëren van gespecialiseerde nicheproducten tot grootschalige producten zoals geprefabriceerd beton of betonmortel. Om GPB op grote schaal in de bouwsector toe te passen, is het essentieel dat de beschikbaarheid van grondstoffen gegarandeerd is. Bindmiddelen die ook met Portlandcement kunnen worden gecombineerd, vormen daardoor ook een belangrijke concurrentie. Een voordeel van GPB is dat het ook lokale grondstoffen als bindmiddelen kan gebruiken, zoals slakken of klei, mits deze geschikt zijn voor GPB-productie. Belangrijke overwegingen hierbij zijn de variatie in samenstelling en eigenschappen van deze grondstoffen, evenals de transportafstanden, die het milieuvoordeel van GPB ten opzichte van TB op materiaalgebied kunnen compenseren.

## Regelgeving

De ontwikkelingen op het gebied van regelgeving zijn in volle gang. In het Verenigd Koninkrijk is al een aanvulling op de EN 206 (de betonnorm) gepubliceerd, maar de stap naar constructieve regelgeving op het gebied van Eurocodes moet nog worden genomen. In Nederland heeft Kiwa de nationale beoordelingsrichtlijn BRL 5077 gepubliceerd, die ook het Besluit Bodemkwaliteit vertaalt naar concrete eisen, waardoor GPB-toepassingen mogelijk zijn. Er is echter nog geen productnorm voor GPB. Diverse certificerende instanties ondersteunen nu al industriële partijen in het certificatieproces, dat momenteel gebaseerd is op prestaties en de verificatie van specifieke eigenschappen van GPB vereist, vergelijkbaar met een 'Technical Approval', bijvoorbeeld ETA.

## Vooruitblik

Beton wordt in zeer grote hoeveelheden verwerkt. De huidige op Portlandcement gebaseerde productie van beton heeft voor- en nadelen. Duurzaamheid zal naar verwachting in de toekomst nog belangrijker worden en mogelijk extra kosten met zich meebrengen. Waarschijnlijk kan alleen met een combinatie van alle beschikbare mogelijkheden om CO<sub>2</sub> te reduceren en te besparen een aanzienlijk verschil worden gemaakt. Het verwijderen van belemmeringen en het bieden van stimulansen zullen waarschijnlijk leiden tot een toename van het gebruik van GPB, gesteund door wetenschappelijk onderzoek en verdere optimalisatie van de materialen en hun samenstelling. De prestaties van een constructie of element blijven hierbij centraal staan.

**Vragen? Neem contact op met Betonhuis**

## Over Betonhuis

Betonhuis is de aanjager van een beter verbonden Nederlandse cement- en betonindustrie. De inzet van Betonhuis is om het bouwkundige, maatschappelijke en financiële potentieel van beton als bouw materiaal optimaal te benutten. Dit doet Betonhuis door het behartigen van de belangen van haar leden in de bouwsector en bij beleidsmakers. Naast belangenbehartiger is Betonhuis ook een kennisplatform, waar kennis over het materiaal beton met al haar facetten verzameld en gedeeld wordt. Niet alleen tussen leden onderling, maar ook met opdrachtgevers en beleidsmakers. Betonhuis is actief op het gebied van arbeidsvoorwaarden, arbeidsomstandighedenbeleid, promotie, grondstoffen- en milieubeleid, lobby en verkoopvoorwaarden.



### Bezoekadres

Zaagmolenlaan 20  
3447 GS Woerden

### Postadres

Postbus 194  
3440 AD Woerden

0348 484 400

info@betonhuis.nl  
betonhuis.nl