

**Betonhuis**  
Betonmortel

# Beton bouwgijs

Vorbereiden en uitvoeren  
van gestorte betonconstructies





**Betonhuis**  
Betonmortel

# Beton bouwgijs

Vorbereiden en uitvoeren  
van gestorte betonconstructies

## Colofon

### Samenstelling en redactie

Jan Heuveling  
Remco Kerkhoven

Betonbouwgids voor:

- Werkvoorbereiders, ontwerpers en aannemers
- Uitvoerders, B&U, Civiel, Infra
- Studenten MBO, HBO en docenten

### Tekstredactie

PROAS, Ineke Slob

De Betonbouwgids is een uitgave van Betonhuis. De gids biedt info over het voorbereiden en uitvoeren van in het werk gestorte betonconstructies. Hiervoor is gebruik gemaakt van bestaande bronnen, vakliteratuur, de website van Betonhuis en de deskundigheid van medewerkers van bedrijven aangesloten bij Betonhuis Betonmortel.

### Illustraties

Klare Koek

### Ontwerp en vormgeving

Mark Zeilstra | photography  
and graphic design

Deze uitgave is mede mogelijk gemaakt door een bijdrage van SKKB.

### Grafische verzorging en druk

De Mediagraaf



**Betonhuis**  
Betonmortel



**Betonhuis**  
Betonmortel

## Inhoud

<b>Inleiding</b>	5
<b>01 Levensduur en duurzaamheid</b>	
• Ontwerp als maat voor duurzaam beton	8
• Circulaire grondstoffen	8
• Certificering	10
• Keurmerk CSC	10
<b>02 Betonmortel</b>	
• Beton	14
• Grondstoffen voor beton	15
• Benamingen en typeringen voor betonmortel en beton	18
• Betonmortel leveren op prestatie	19
• Begroten van betonmortel	21
• Gegevens voor bestellen betonmortel	23
<b>03 Afstemming en werkvoorbereiding</b>	
• Normen en voorschriften	28
• Milieuklassen	30
• Chlorideklasse	34
• Consistensieklassen	34
• Korrelgrootte $D_{max}$	37
• Bekisting	40
• Gietbouwmethode	41
• Ontkisten	47
• Weersomstandigheden	48
<b>04 Transport en verwerken van betonmortel</b>	
• Transport op de bouwplaats	54
• Storten van betonmortel	56
• Bekistingsdruk	66
• Nabehandelen van beton	72
• Toleranties voor betonoppervlakken	75
• Voorkomen van scheurvorming	78



## **05 Bijzondere aandachtspunten voor verschillende bouwsectoren**

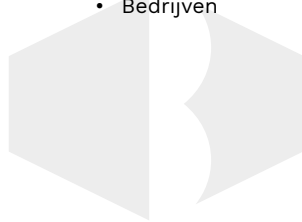
- Woning- & Utiliteitsbouw 82
- Verwerkingsadvies betonmortel voor monolietvloeren 85
- Civiele bouw 85
- Wegenbouw 88
- Agrarische bouw 90

## **06 KAM**

- Veiligheid, gezondheid en milieu VGM 94

## **07 Werken in de betonindustrie**

- Opleidingsniveau en functies 98
- Nuttige adressen 99
- Bedrijven 100



**Betonhuis**  
Betonmortel



**Betonhuis**  
Betonmortel



## Inleiding

Beton heeft een functie in veel onderdelen van het dagelijks leven. Het wordt toegepast in bouwwerken voor wonen, werken, mobiliteit, recreëren, voedselvoorziening, onderwijs, gezondheidszorg, kust- en oeverbescherming. Met deze gids wil Betonhuis een bijdrage leveren aan kennis over beton en daarmee aan de kwaliteit en levensduur van in het werk gestort beton.

## Duurzaam

Een lange levensduur met weinig onderhoud maakt dat beton een duurzaam product is. Daarbij wordt ook gelet op circulariteit en beperking van de milieubelasting. Een lage milieubelasting, in de vorm van de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie, heeft prioriteit boven circulariteit maar waar mogelijk kunnen beiden worden gecombineerd.

## Betonhuis Betonmortel

Betonhuis Betonmortel verenigt 120 aangesloten betoncentrales en bevordert het gebruik van betonmortel in bouwwerken en constructies. Betonhuis Betonmortel werkt nauw samen met andere industrieën in de bouw om gestort beton succesvol te verwerken. Hiervoor ontwikkelt zij samen met haar leden kennisdocumenten en publicaties die informatie verschaffen over het succesvol verwerken van betonmortel.



**Betonhuis**  
Betonmortel



# 01

## Levensduur en duurzaamheid

- 8 Ontwerp als maat voor duurzaam beton
- 8 Circulaire grondstoffen
- 10 Certificering
- 10 Keurmerk CSC

icht verand





Bekijk ook  
de animatie  
**Werkvoorbereiding op**  
[betonhuis.nl](http://betonhuis.nl)

## Ontwerp als maat voor duurzaam beton


In het ontwerp worden de vorm, de afmetingen en de sterkteklasse van beton bepaald door de constructeur. De constructeur bepaalt ook de milieuklasse op basis van de omgeving waaraan beton wordt blootgesteld. De dichtheid van de wapeningsstaven bepaalt de korrelgrootte van het toeslagmateriaal. Deze informatie, samen met de snelheid van ontkisten in de uitvoering, bepalen de samenstelling van betonmortel.

Voor het optimaliseren van duurzaamheid, in de zin van beperkte milieubelasting, is het ontwerp leidend. In de driehoek: Ontwerp, Uitvoering, Betonleverancier levert de betontechnoloog zijn aandeel.

## Beton op maat

De betonmortelleveranciers die bij Betonhuis Betonmortel zijn aangesloten hebben kennis van eigenschappen van beton en kunnen die afstemmen op de gewenste prestaties. Het maatwerk in betonmortel wordt geleverd voor schoon beton, met of zonder kleurtoevoeging. Beton kan ook worden samengesteld met lichte of zware toeslagmaterialen. Met staal- of kunststofvezels worden de constructieve eigenschappen beïnvloed. Bijzondere hulpstoffen kunnen voor specifieke uitvoeringsomstandigheden de oplossing zijn. In overleg met de betontechnoloog wordt de optimale samenstelling bepaald.

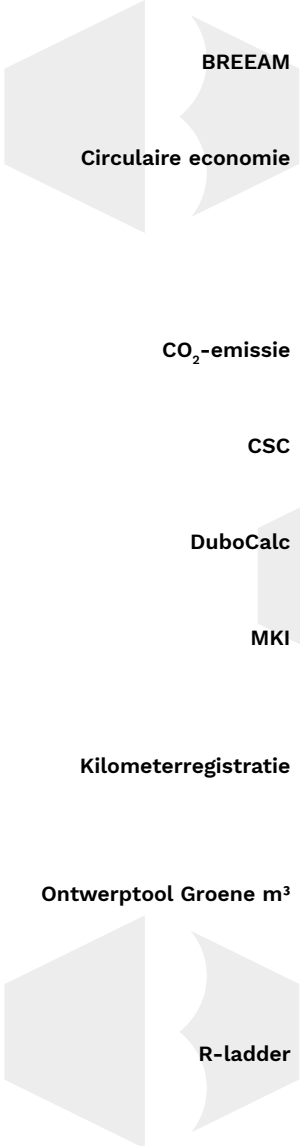
## Circulaire grondstoffen



Secundaire materialen worden in de betonmortelindustrie op brede schaal toegepast. Waar dit bijdraagt aan de kwaliteit van de betonconstructie worden bindmiddelen met hoogovenslak of poederkoolvliegask toegepast. Beide zijn restproducten uit andere productieprocessen. Het aandeel betongranulaat als vervanging van primair grind neemt ook toe.

Restbeton wordt verwerkt tot producten en zo nodig uitgespoeld. Het spoelwater, grind en slib worden voor een deel weer toegepast in betonmortel.

## Belangrijke duurzaamheidsbegrippen in relatie tot beton



<b>BREEAM</b>	Instrument voor het integraal beoordelen van duurzaamheid van gebouwen.
<b>Circulaire economie</b>	Voor de bouw is dit gericht op zoveel mogelijk hergebruik van bouwwerken door aanpassing of functieverandering. Indien dit niet mogelijk is, dan zullen componenten, producten of materialen zoveel mogelijk worden hergebruikt.
<b>CO<sub>2</sub>-emissie</b>	Uitstoot van CO <sub>2</sub> die vrijkomt bij de bewerking van grondstoffen, productie en toepassing van materialen.
<b>CSC</b>	Wereldwijd keurmerk voor duurzaam beton en de verantwoorde herkomst van grondstoffen.
<b>DuboCalc</b>	Methode om milieueffecten te berekenen van winning tot sloop. Voornamelijk gebruikt in de GWW sector.
<b>MKI</b>	Milieu Kosten Indicator, methode om de milieueffecten gedurende de levenscyclus via een schaduwprijsmethode weer te geven in één getal.
<b>Kilometerregistratie</b>	Bepaling van het aantal gereden kilometers per project om betonproducten op de bouwplaats af te leveren. Onderdeel van de milieuprestatie.
<b>Ontwerptool Groene m<sup>3</sup></b>	Instrument om de milieuprofiel van een betonsamenstelling of een betonconstructie te berekenen. Door het invoeren van verantwoorde alternatieven kan het milieuprofiel worden geoptimaliseerd.
<b>R-ladder</b>	Hulpmiddel om het niveau van hergebruik in ontwerp, object of grondstof te benoemen.

## Certificering

Betonmortel is een hoogwaardig, op specificatie geleverd halfproduct. De afspraken voor het handelsverkeer tussen afnemer en betonmortelproducent zijn vastgelegd in de norm NEN-EN 206; Beton – Specificaties, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.

Alle Betonhuis Betonmortelleden leveren onder KOMO-certificaat. De kwaliteit van de betonmortelsamenstelling wordt gegarandeerd door het hanteren van de norm NEN-EN 206 en NEN 8005. Op basis van BRL 1801 is de controle op het productieproces geregeld. Dit wordt extern gecontroleerd door KIWA.



## Keurmerk CSC

Concrete Sustainability Council (CSC) is een certificeringssysteem dat is gericht op de verantwoorde herkomst van beton, cement en toeslagmaterialen en garandeert de duurzame productie van beton. Keurmerkhouders mogen CSC alleen voeren als zij voldoen aan strenge eisen ten aanzien van betrouwbaarheid, deskundigheid, duurzaamheid en arbeidsveiligheid. Het keurmerk CSC geeft zekerheid voor de afnemers van beton.

Keurmerkhouders geven advies over het milieuprofiel van beton, zijn A-leverancier op de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder (SKAO) en streven naar een hoge inzet van secundaire materialen. Bij CSC-gecertificeerde bedrijven is veiligheid een hoge prioriteit en is er transparantie over milieuprestaties van de eigen bedrijfsprocessen.



Meer weten over duurzaamheid? Download het **Brancheverslag** van Betonhuis Betonmortel op [betonhuis.nl](http://betonhuis.nl)

Betonhuis  
Betonmortel





# 02

## Betonmortel

- 14 **Beton**
- 15 **Grondstoffen voor beton**
- 18 **Benamingen en typeringen voor betonmortel en beton**
- 19 **Betonmortel leveren op prestatie**
- 21 **Begroten van betonmortel**
- 23 **Gegevens voor het bestellen van betonmortel**



## Beton

De moderne betonmortelindustrie biedt een breed pakket aan materialen om voor elke toepassing de meest optimale betonmortel samen te stellen.

De hoofdbestanddelen van beton zijn grind, zand en cement. Globaal uitgangspunt voor de verhouding in volumedelen is 3: 2: 1. Een gevarieerde opbouw van de verschillende korreldiameters van grind en zand vormen het skelet van beton. Cement en water vormen de lijm waarmee het mengsel een drukvast materiaal wordt.

Op basis van de geldende normen stelt de constructeur eisen aan de sterkte en duurzaamheid van het verharde beton in de gebruiksfase. De uitvoering stelt eisen aan de verwerkbaarheid en veelal aan de vroege sterkte in verband met een korte bouwcyclus en een snelle ontkisting. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met omstandigheden zoals transport, logistiek en klimaat. In toenemende mate wordt aandacht gevraagd voor het milieueffect bij de samenstelling van beton. Goede communicatie en afstemming moet leiden tot een optimaal proces binnen deze, soms tegenstrijdige, eisen. Zie hiervoor ook pag. 23: *Gegevens voor het bestellen van betonmortel*.

### Voor de samenstelling van beton worden onderscheiden:

- Toeslagmaterialen (bijvoorbeeld zand en grind)
- Cement (bindmiddel)
- Vulstoffen
- Water
- Hulpstoffen

### Betontechnologie kent de begrippen:

<b>Cementlijm of pasta</b>	= cement + water
<b>Mortelspecie</b>	= cement + water + fijn toeslagmateriaal < 4 mm
<b>Betonspecie</b>	= cement + water + toeslagmateriaal < en > 4 mm

Voor meer informatie  
Betonhuis: [Betonhuis.nl](http://Betonhuis.nl)

In een betoncentrale worden de hoofdbestanddelen toeslagmateriaal, cement en water gemengd tot betonspecie. Na verharding wordt dit beton.

# Betonhuis

## Betonmortel



Grind



Zand



Cement



Vulstoffen



Water



Hulpstoffen

### Grondstoffen voor beton

In de loop van de tijd zijn de keuzemogelijkheden in grondstoffen voor het samenstellen van beton steeds groter geworden. Voor een deel is dat ontstaan vanuit de wens om de eigenschappen van betonmortel en beton te beïnvloeden en te sturen. Het pakket aan grondstoffen is ook veranderd en aangevuld vanuit de zorg voor milieu en duurzaamheid.

Voor hoogwaardige betonconstructies met complexe vormen moet betonmortel plastisch en zo mogelijk verdichtingsarm zijn. Hiervoor zijn nieuwe hulpstoffen ontwikkeld.

De hulpstoffen worden in zeer kleine hoeveelheden gedoseerd, volledig gebonden in de beton, zijn niet toxisch en geven geen uitloging.

### Overzicht van grondstoffen (meest voorkomend)

Grof toeslagmateriaal, korrelgroep 4/32 (63)

- Riviergrind
- Betongranulaat
- Zeegrind
- Harde kalksteen
- Graniet
- Korrels van geëxpandeerde klei of geëxpandeerd glas (voor lichtbeton)



### Fijn toeslagmateriaal, korrelgroep 0-4 nom

- Rivierzand
- Betonbrekerzand
- Zeezand
- Geëxpandeerde kleikorrels

### Fijn toeslagmateriaal

Zand uit landwinning

### Bindmiddelen

- Portlandcement CEM I
- Hoogovencement CEM III
- Samengesteld portland cement CEM II  
(is een combinatie van portland met poederkoolvliegas en gemalen hoogovenslak of kalksteenmeel)
- Overige cementen

] Zie  
NEN-EN 197-1

### Vulstoffen < 0,063 mm

- Poederkoolvliegas
- Hoogovenslak
- Silicafume
- (Kalk)steenmeel

] Deze vulstoffen hebben tevens een  
bindmiddelfunctie (k-factor)

### Water

- Leidingwater (hergebruik na recycling van betonmortel)
- Bronwater
- Recyclewater
- Oppervlaktewater

### Hulpstoffen

- Water reducerende hulpstof, (super)plastificeerders
- Polycarboxylaten (hulpstoffen)
- Luchtbelvormers
- Vertragende hulpstof
- Versnellende hulpstof

### Grondstoffen voor specifieke toepassingen

- Licht toeslagmateriaal, grof en fijn      Lichtbeton
- Zwaar toeslagmateriaal, grof en fijn      Zwaar beton
- Kleurpigment (tevens vulstof)      Gekleurd beton
- Staal- en kunststofvezels      Vezelbeton

### **Aandeel secundair materiaal**

De circulaire economie streeft naar hergebruik en minder primair materiaal. Beton voldoet al voor een aanzienlijk deel aan deze eis. In veel samenstellingen wordt als bind- en vulmiddel gebruik gemaakt van hoogovenslak en poederkoolvliegias. Dit zijn secundaire materialen. Tot 30% van de toeslagmaterialen kan binnen de normen worden vervangen door betongranulaat. Voor de aanmaak van beton wordt voor een deel spelwater gebruikt.

### **Vulstoffen met k-waarde**

Veel vulstoffen hebben, in combinatie met cement, een bindmiddelfunctie. In de norm NEN-EN 206 is deze functie uitgewerkt in een zogenaamde k-waarde. De k-waarde is een factor die naar toepassing kan verschillen. Met de bindmiddelfunctie kan, bij gebruik van de betreffende vulstof, een deel van het cement worden vervangen. Dit kan een positief effect hebben op de milieubelasting van de samenstelling.



## Benamingen en typeringen van betonmortel en beton

Beton in constructieve toepassingen		
Soort	Omschrijving	Voorbeeld
<b>Ongewapend beton</b>	Zonder wapening	Werkvloer, onderwater beton, bermverharding
<b>Gewapend beton</b>	Met traditionele wapening	Fundering, vloeren, kolommen, brugpijlers
<b>Voorgespannen beton</b>	Met voorspanning (met of zonder aanhechting)	Vloeren, brugdekken, silo's
<b>Staalvezel beton</b>	Met één of meer soorten staalvezels	Bedrijfsvloeren, wanden
<b>Vezelversterkt beton</b>	Met kunststofvezels, eventueel gecombineerd met staalvezels of wapening	Vloeren, rotondes, brandwerende constructies
<b>Hybride gewapend beton</b>	Combinatie van traditioneel en vezelgewapend	Vloeren, wanden, fundaties windmolens

Beton benoemd naar bouwdeel, functie of eigenschap		
Soort	Omschrijving	Voorbeeld
<b>(Normaal)beton</b>	Beton in gangbare sterkte- en milieuklassen	Fundering, wanden, vloeren
<b>Hogesterktebeton</b>	Sterkteklassen C55/64 t/m C100/115 vallen in de regelgeving NEN-EN 206-1	Beton met sterkteklasse C55/67 en hoger valt binnen de normale regelgeving, maar vraagt extra aandacht in samenstelling en verwerking
<b>Ultra Hogesterktebeton (UHSB)</b>	Sterkteklassen > 100/115	Bruggen, zeer slanke constructies
<b>Licht beton</b>	Volumieke massa $\leq 2000 \text{ kg/m}^3$	Beton voor gewichtsbeparende constructiedelen
<b>Zwaar beton</b>	Volumieke massa $> 2600 \text{ kg/m}^3$	Veelal stralingwerende constructies
<b>Vloeistofdicht beton</b>	Hoge weerstand tegen indringing van vloeistoffen	Garages, kuilvoer (landbouw), opslag agressieve stoffen

## (vervolg) Beton benoemd naar bouwdeel, functie of eigenschap

Soort	Omschrijving	Voorbeeld
<b>Schoonbeton</b>	In het zicht blijvende vlakken met eisen aan kleur, vlakheid e.d.	Infra kunstwerken, onderdelen van kantoren of woningen
<b>Gekleurd beton</b>	Door en door gekleurd beton	In combinatie met schoonbeton
<b>Onderwaterbeton</b>	Gestort op de bodem van een onder water staande bouwkuip	Tunneltoeritten, funderingsvloer voor parkeergarages e.d.
<b>Verdichtingsarm en Zelfverdichtend beton</b>	Hoogplastisch en homogeen betonmortel, behoeft nauwelijks of geen verdichtingsenergie	Bouwdelen met een complexe vorm of een hoge wapeningsdichtheid



Brede en verdiepende informatie over toeslagstoffen, bindmiddelen, normen en betonsamenstelling is te vinden in de **Betonhuis Betonpocket**.

### Betonmortel leveren op prestatie

In bestekken staan eisen die worden gesteld aan betonmortelspecie. Meestal worden de eisen aan druksterkte en duurzaamheid voor beton vastgelegd, in de vorm van sterkte- en milieuklassen. Voor de uitvoering worden eisen aan de verwerkbaarheid vastgelegd, zoals consistentieklassen. Betonmortel bevat echter nog andere eigenschappen. Het kennen, benoemen, beheersen en afspraken maken over deze eigenschappen wordt omschreven als leveren op prestatie. In verschillende fasen van het bouwproces zijn de eigenschappen van betonmortel in meer of mindere mate van belang. Het proces van productie van betonmortel tot betonconstructie in de gebruiksfase wordt ingedeeld in drie fasen:

- Plastische fase
- Verhardende fase
- Verharde fase

Per fase zijn er verschillende eigenschappen waaraan eisen kunnen worden gesteld.

## Van betonmortel tot betonconstructie in 3 fasen

Plastische fase	
• <b>Verwerkbaarheid</b>	Consistentieklasse of andere omschrijving
• <b>Pompbaarheid</b>	Afstand en/of hoogte
• <b>Homogeniteit, stabiliteit</b>	Bleeding, ontmenging
• <b>Verwerkingstijd</b>	Versnellen, vertragen
Verhardende fase	
• <b>Opstijfgedrag</b>	Aanvang binding
• <b>Sterkteontwikkeling</b>	Buigtreksterkte, kubusdruksterkte i.v.m. ontkisten, rijpheid
• <b>Warmteontwikkeling</b>	Temperatuurspanningen
• <b>Krimpgedrag</b>	Beheersing van scheurvorming
Verharde fase	
• <b>Gerealiseerde druksterkte</b>	Kubusdruksterkte op 28, 56 of 91 dagen
• <b>Vloeistofdichtheid</b>	Vloeistofindringing
• <b>Duurzaamheid</b>	Chloridemigratie, 100 jaar duurzaamheid
• <b>Kleur</b>	Kleurstoffen, cementkeuze (grijsschaal)

Een deel van deze eigenschappen wordt mede bepaald door invloeden van het klimaat, zoals regen, koude, zon of harde wind, maar ook door de wijze van verwerking van betonmortel.

Voor meerdere eigenschappen zijn (nog) geen toetsbare criteria vastgelegd. Deze zullen in onderling overleg bepaald moeten worden.

Voor het leveren op prestatie dienen vroegtijdig afspraken gemaakt te worden tussen de partijen die betonmortel afroepen, verwerken en leveren. Met het vroegtijdig inschakelen van een bij Betonhuis Betonmortel aangesloten betoncentrale haalt u kennis en deskundig advies in huis zodat dit proces zo optimaal mogelijk verloopt. Hierdoor voorkomt u faalkosten.



## Begroten van betonmortel

Voor de samenstelling van betonmortel zijn de sterkteklasse en milieuklassen bepaald in het ontwerpen en vormen slechts de basis voor de kostprijs. In de fase van werkvoorbereiding wordt de bouwmethode bepaald en krijgt men inzicht in de wapeningshoeveelheid. Dit vraagt al om aanpassing van de samenstelling. In de uitvoering blijkt hoe logistiek, transport op de bouwplaats en weersomstandigheden zich ontwikkelen. Pas in deze fase is de werkelijke samenstelling van de betonmortel en dus ook de prijs te bepalen.



Begroten van betonmortel			
Bouwfase	Begroting	Werkvoorbereiding	Uitvoering
<b>Beschikbare informatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projectspecificatie (Bestek en bestektekeningen, schoonbeton)</li> <li>• Constructietekeningen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werktekeningen</li> <li>• Details: bouwkundig, constructie</li> <li>• Wapeningstekeningen</li> <li>• Bekistingsplan</li> <li>• Planning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productieschema en routing</li> <li>• Transport op de bouwplaats</li> <li>• Seizoens- en weersomstandigheden</li> </ul>
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoeveelheden</li> <li>• Materiaalprestatie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- druksterkteklasse</li> <li>- milieuklassen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoeveelheden</li> <li>• Materiaalprestatie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- druksterkteklasse</li> <li>- milieuklassen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoeveelheden</li> <li>• Materiaalprestatie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- druksterkteklasse</li> <li>- milieuklassen</li> </ul> </li> </ul>
<b>2</b>		Prestatie naar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- afmetingen van het bouwdeel</li> <li>- dichtheid van de wapening</li> <li>- druksterkte: na X uur ontkisten</li> </ul>	Prestatie naar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- afmetingen van het bouwdeel</li> <li>- dichtheid van de wapening (korrelafmeting D-max)</li> <li>- druksterkte: na X uur ontkisten</li> </ul>
<b>3</b>			Prestatie naar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- bereikbaarheid van de bouwplaats</li> <li>- consistentieklasse</li> <li>- wijze van transport (pompen, kubelen)</li> <li>- weers- en seizoensinvloeden</li> </ul>
<b>Prijsvorming</b>	<b>Offerte betonmortel (1a)</b> + materiaalprestatie t.b.v. werkvoorbereiding en uitvoering ----- + <b>Calculatie</b>	<b>Offerte betonmortel (2a)</b> + materiaalprestatie t.b.v. uitvoering ----- + <b>Werkbegroting</b>	<b>Offerte betonmortel</b>  <b>Prestatie (1+2+3)</b> <b>= Inkoop</b>
<b>Begrotingsruimte voor specifieke materiaalprestaties</b>			
<b>Offerte</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

## Gegevens voor het bestellen van betonmortel

De informatie voor de levering van betonmortel is in drie onderdelen op te splitsen:

1. Projectspecificatie (bestek), constructietekeningen, normen
2. Bouwdeel, stortomstandigheden
3. Transport en logistiek

### Projectspecificatie (bestek), constructietekeningen, normen

Informatie voor elke bestelling begint bij de berekening van de constructeur. Hieruit volgen:

- Sterkteklasse
- Milieuklasse(n)
- Chlorideklasse

pagina 28 t/m 34

Het wapeningssysteem bepaalt de op te geven chlorideklasse. Deze is verschillend voor ongewapend, traditioneel of voorgespannen beton. In uitzonderlijke gevallen kan zijn gerekend met een hoeveelheid staal- of kunststofvezels als wapening.

In het bestek kunnen ook eisen staan ten aanzien van het soort bindmiddel en/of toepassing van betongranulaat.

### Bouwdeel, stortomstandigheden

De soort en vorm van de betonconstructie zijn van invloed op het storten. Hoog en slank vraagt een andere plasticiteit dan groot en breed. Dit correspondeert meestal met de dichtheid van de wapening. Hieruit volgen de opgave van:

- Consistentieklasse
- Maximale korrelgrootte van het grind  $D_{max}$

pagina 35 t/m 37

Bekijk ook  
de animatie  
**Beton bestellen op**  
[betonhuis.nl](http://betonhuis.nl)



**Betonhuis**  
Betonmortel





**Uitwisseling van correcte informatie is de basis voor kwaliteit en het gewenste resultaat.**

### **Transport en logistiek**

Passende logistiek vraagt een tijdige voorbereiding. Het aantal en de omvang van de truckmixers moet ruim tevoren worden ingepland. Om wachttijden voor afnemer en leverancier te voorkomen, moeten de stortsnelheid en capaciteit door de uitvoering worden ingeschat en waar nodig aan het begin van de levering worden bijgesteld. Ook de vorm van transport op de bouwplaats zorgt voor de doorloop van de stort.

Opgave voor een soepele logistiek:

- Datum, data
- Tijd van aanvang
- Capaciteit in m<sup>3</sup>/uur
- Kubel, pomp of anders

### **Overige omstandigheden of prestaties**

Bij bouwmethoden met een korte of zeer korte verhardingstijd, bijvoorbeeld bij tunnelgietbouw, is het essentieel dat het beton voldoende druksterkte ontwikkelt om veilig te kunnen ontkisten.

Het eventueel toevoegen van vezels dient vooraf vastgelegd te worden. Dit toevoegen kost namelijk extra tijd en bovendien beïnvloeden vezels de consistentie van betonmortel.

Bij de bestelling in de zomer of in de winter moet ook de weersverwachting worden besproken. Sneeuw, vorst of hoge temperaturen kunnen verstoringen werken bij het storten en verwerken van betonmortel.



**Betonhuis**  
Betonmortel





# 03

## Afstemming en werkvoorbereiding

- 28 Normen en voorschriften
- 30 Milieuklassen
- 34 Chlorideklasse
- 34 Consistentieklassen
- 37 Korrelgrootte  $D_{max}$
- 40 Bekisting
- 41 Gietbouwmethode
- 45 Ontkisten
- 46 Weersomstandigheden

## Normen en voorschriften

### Sterkteklassen

(op te geven door de constructeur)

C 12 / 15

C 20 / 25

C 25 / 30

C 30 / 37

C 35 / 45

C 45 / 55

C 55 / 67

C 60 / 75

C 70 / 85

C 80 / 95

C 90 / 105

C 100 / 115

karakteristieke  
kubusdruksterkte

karakteristieke  
cilinderdruksterkte

C = concrete, beton

### Beton volgens NEN-EN 206-1

De specificaties van beton zijn omschreven in de norm NEN-EN 206, aangevuld met de norm NEN 8005 voor de Nederlandse situatie. Hierin staan de voorwaarden voor sterkteklassen, milieuklassen en consistentieklassen beschreven. De eerste twee zijn zgn. ontwerpcriteria die de prestaties omschrijven. De consistentieklasse is een maat voor de verwerkbaarheid van betonmortel in de uitvoeringsfase.

Daarnaast kunnen specifieke eisen worden gesteld.

### Meest gebruikte normen

Met de invoering van de NEN-EN 1992-1-1 (Eurocode) is de dekkingseis gekoppeld aan de constructieklassen S1 t/m S6. De tabellen 4.4N en 4.5N van de Eurocode geven de dekking in relatie tot de milieuklasse en de constructieklasse weer. Afhankelijk van een aantal criteria worden de standaard geldende constructieklassen met 1 of 2 klassen vermeerderd of met 1 klasse verminderd.

### Overige normen en voorschriften

Afspraken over een te maken betonconstructie zijn vastgelegd in een bestek of projectspecificatie en op tekeningen. De meest voorkomende normen en voorschriften m.b.t. beton zijn:



Betonhuis  
Betonmortel

## Normen en voorschriften

<b>NEN-EN 206</b>	Voorschriften Betonmortel
<b>NEN-EN 1992-1-2 (nl)</b>	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies
<b>NEN 8005</b>	Nederlandse aanvulling van NEN-EN 206-1
<b>NEN-EN 197</b>	Cement
<b>NEN-EN 12620</b>	Toeslagmaterialen voor beton
<b>NEN-EN 934-2</b>	Hulpstoffen voor beton
<b>NEN 6008</b>	Betonstaal
<b>NEN-EN 13670: NEN 8670</b>	Het vervaardigen van betonconstructies
<b>NEN-EN 12350</b>	Beproeving van betonspecie
<b>NEN-EN 12390</b>	Beproeving van verhard beton
<b>NEN 5970</b>	Bepaling druksterkteontwikkeling van jong beton op basis van gewogen rijpheid
<b>NEN 5989</b>	Verhardingsproef met temperatuurregeling
<b>NEN 5988</b>	Verhardingsproef
<b>NEN 2881</b>	Maattoleranties voor de bouw
<b>NEN 2886</b>	Maximaal toelaatbare maatafwijking voor gebouwen
<b>NEN 2887</b>	Maximaal toelaatbare maatafwijking voor het uitzetten op de bouwplaats
<b>NEN 2888</b>	Maximale maatafwijking voor het stellen van draagconstructies van gebouwen
<b>NEN 3682</b>	Maatcontrole in de bouw – Algemene regels en aanwijzingen
<b>NEN 2743</b>	Kwaliteit en uitvoering monolithisch afgewerkte betonvloeren en verhardingen
<b>NEN 2747</b>	Vlakheid van vloeroppervlakken
<b>CUR-Aanbeveling 100</b>	Schoonbeton

**Betonhuis**  
Betonmortel

## Milieuklassen

**Tabel 2, NEN-EN 1992-1-1 / EN 206-1 : Milieuklassen en de mate van aantasting**

		Aantasting wapening						
		Carbonatatie				Dooizouten		
						Chloriden		
Mate van aantasting	X0							
	XC1							
	XC2							
	XC3							
	XC4					XD1		
	XC5						XD2	
	XC6							XD3
	XC7							

**Tabel 4,4N NEN-EN 1992-1-1**

	Constructie-klasse							
Dekking C <sub>min</sub> , dur (mm)	S1		10/15	10/20	15/25	20/30	25/35	30/40
	S2		10/15	15/25	20/30	25/35	30/40	35/45
	S3		10/20	20/30	25/35	30/40	35/45	40/50
	S4		15/25	25/35	30/40	35/45	40/50	45/55
betonstaal / voorspanning	S5		20/30	30/40	35/45	40/50	45/55	50/60
	S6		25/35	35/45	40/50	45/55	50/60	55/65

**Tabel 7,1N NEN-EN 1992-1-1**

Scheurwijdte w	Gewapend en voorspanning zonder aanhechting		0,4	0,3		0,3
	Voorspanning met aanhechting		0,2	0,2		decompressie

Voor lichtbeton geldt minimale dekking + 5 mm, zie NEN-EN 1992-1-1 art. 11.4.2

Afhankelijk van de gekozen criteria, in relatie tot de milieuklassen, gelden + of - aanpassingen van de betreffende constructieklasse. Zie tabel 4.3N van NEN-EN 1992-1-1

							NEN-EN 206-1 EN 8005	
Aantasting beton							Wcf	Cement- gehalte
Zeewater			Vorst Dooizouten		Agressief			
			Geen		Wel			
							0,70	200
							0,65	260
							0,60	280
							0,55	280
			XF1			XA1	0,55	300
XS1				XF3			0,50	300
						XA2	0,50	320
	XS2				XF2		0,45	300
		XS3				XF4	0,45	320
						XA3	0,45	340
20/30	25/35	30/40						
25/35	30/40	35/45						
30/40	35/45	40/50						
35/45	40/50	45/55						
40/50	45/55	50/60						
45/55	50/60	55/65						
0,3								
decompressie								

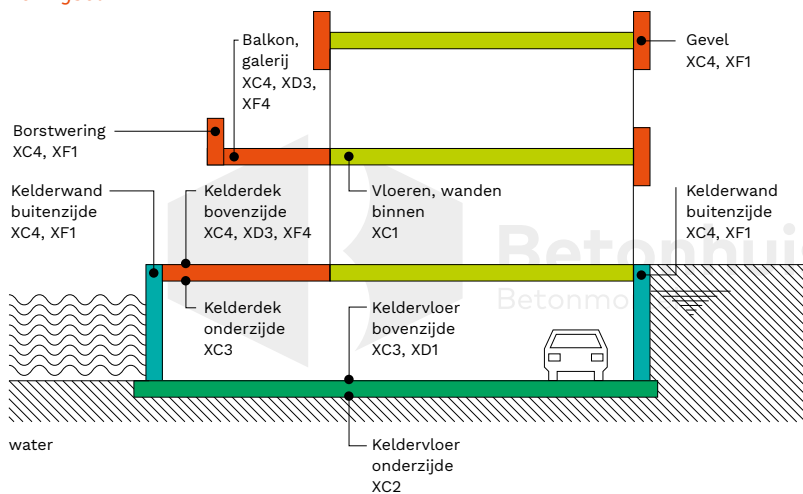


## Voorbeelden

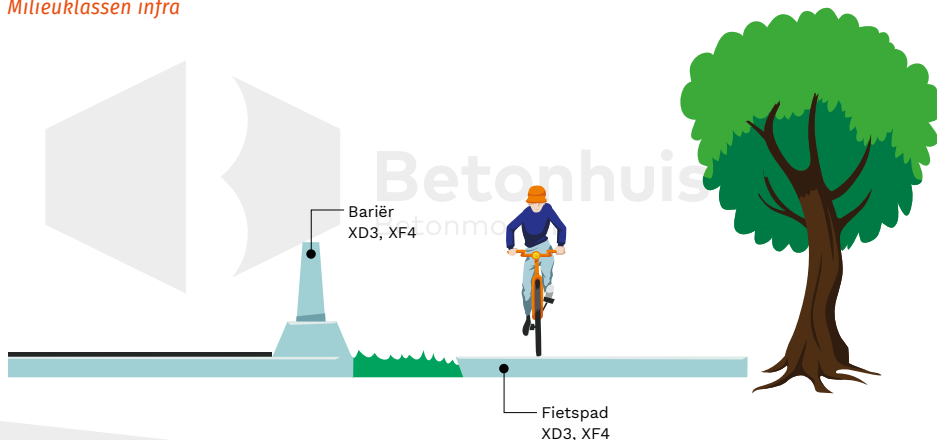
In deze illustraties worden voorbeelden gegeven van te bepalen milieuklassen voor de betreffende betonconstructie. Het is de verantwoordelijkheid van de constructeur om uiteindelijk de juiste milieuklassen te bepalen.

Plaatselijke omstandigheden, zoals een locatie aan zee met zouten in het water en zeewind, kunnen de keuze beïnvloeden.

### Milieuklassen woningbouw



### Milieuklassen infra



## Milieuklassen agrarische sector

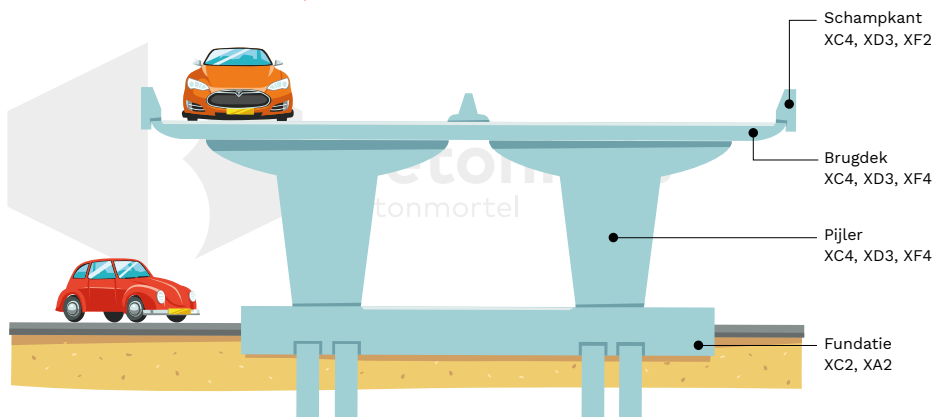


1 Stalwanden	XC3	7 Kuilplaat	XC4, XF3, XA2
2 Stalvloeren	XC3, XA2	8 Voeropslag	XC3, XF1
3 Stalwanden in aanraking met mest	XC3, XA2, XA3	9 Opslag akker- en tuinbouw	XC3, XA2
4 Mestbassin	XC4, XA2, XA3	* 10 Beluchtungskanalen	XC3
5 Biogas, mest-silo	XC3, XA3	* 11 Werktuigberging	XC3, XD1, XA3
6 Sleufsilo	XC4, XF1, XF3, XA2, XA3	* 12 Erf- en wegverharding	XC3, XF2, XD3
		13 Spoel- en spuitplaats	XC3, XF2

\* Sterkteklasse minimaal C30/37

Voor uitgebreidere toelichting zie Informatieblad Betonmortel in de agrarische sector

## Milieuklassen kunstwerken en infrastructuur



Bij de door de constructeur voorgeschreven milieuklasse is, conform de normen, ook een minimale hoeveelheid cement of bindmiddel vereist. Daarmee is tevens het milieuprofiel van de betonsamenstelling voor een belangrijk deel bepaald.

## Chlorideklasse

In alle grondstoffen voor beton kan een zeer geringe hoeveelheid chloriden (zouten) aanwezig zijn.

In ongunstige omstandigheden kunnen chloriden de wapening aantasten en roest veroorzaken. De geringe hoeveelheden in alle grondstoffen bij elkaar mogen een voorgeschreven norm niet overschrijden. De beton-technoloog controleert de hoeveelheid aanwezige chloriden en zorgt ervoor dat de betonsamenstelling aan de opgegeven chlorideklasse voldoet.

## Consistentieklassen

De consistentieklasse van betonmortel geeft aan wat de mate van plasticiteit is. Globaal geldt de regel: hoe hoger de plasticiteit, hoe complexer de samenstelling.

Bepalend is dat in de klassen zeer plastisch tot en met zelfverdichtend de homogene samenstelling tijdens de verwerking in stand moet blijven.

De consistentieklasse wordt opgegeven door de uitvoering. De klasse is hoofdzakelijk afgestemd op de vorm van de bekisting en de hoeveelheid wapening. Daarbij is ook de wijze van transport op de bouwplaats van invloed.

De maat van aardvochtig beton, zoals stampbeton, wordt opgegeven als verdichtingsmaat. Dit wordt toegepast bij werkvloeren en dergelijke.

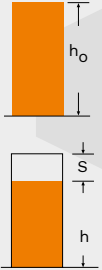

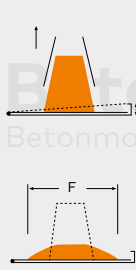

### Chlorideklassen

Gebruik van het beton	Chlorideklasse
Zonder wapening of ingestorte metalen	Cl 1,0
Met wapening, ingestorte metalen of nagerekt staal	Cl 0,4
Met voorgerekt staal	Cl 0,2

## Consistentieklassen (op te geven door de aannemer)

Aanduiding	Verdichtingsmaat C		Zetmaat S (mm)		Schudmaat F (mm)		Vloeimaat SF (mm)	
	Klasse	mm	Klasse	mm	Klasse	mm	Klasse	mm
Droog	C0	≥1,46						
Aardvochtig	C1	1,45–1,26	S1	(10–40)	F1	(≤340)		
Halfplastisch	C2	(1,25–1,11)	S2	50–90	F2	(350–410)		
Plastisch	C3	(1,10–1,04)	S3	100–150	F3	(420–480)		
Zeer plastisch			S4	(160–210)	F4	490–550		
Vloeibaar			S5	(≥220)	F5	560–620		
Zeer vloeibaar					F6**	(≥630)	SF1	550–650
							SF2	660–750

Verdichtingsmaat	Zetmaat (mm)	Schudmaat (mm)	Vloeimaat SF (mm)
$C = \left( \frac{h_o}{h_o - S} \right)$ 			

\* Voor schudmaat aangepaste kegel H=200 mm gebruiken (15x schudden).

\*\* Voor zelfverdichtend beton vloeimaat en stabiliteit volgens BRL 1801 en CUR-aanbeveling 93.



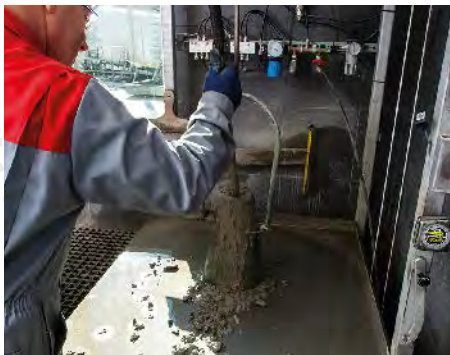
Voor grotere constructies, zonder of met een beperkte hoeveelheid wapening, kunnen de klassen S2 (half plastisch) en S3 (plastisch) worden gebruikt. Deze klassen worden als een zetmaat bepaald. De S2 komt regelmatig voor in de wegenbouw, zoals voor fietspaden en getrokken banden. S3 wordt onder andere gebruikt voor funderingen, vloeren en wanden.

De klassen F4 (zeer plastisch), F5 (vloeibaar) en F6 (zeer vloeibaar) worden door middel van een schudmaat bepaald. Vooral in bekistingen met bijzondere vormen, veel springen en veel wapening, zijn deze consistenties goed te verwerken.

Vullen van het vat en meten van de inklinking na verdichting = verdichtingsmaat.  
Consistentieclassen C0 en C1.



Beton  
Betonm



Schudmaat.



Zetmaat.



*Blokkeringsmaat.*

Zeer vloeibaar beton heeft een consistentieklasse SF1. De vloeimaat wordt bepaald met de grotere kegel op een vaste ondergrond, dus geen schudtafel.

In situaties waar betonmortel in de bekisting niet of onvoldoende met een trilnaald verdicht kan worden is zelfverdichtend beton een oplossing. Hiervoor zijn aparte consistentieklassen. Voor zelfverdichtend beton zijn meerdere testen beschikbaar, onder andere de J-ring die de doorstroming tussen wapeningsstaven meet.



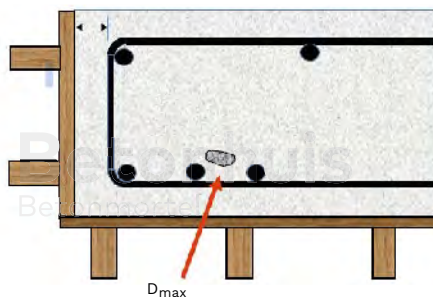
Voor veel installaties in de betonindustrie is aandacht vereist voor de uitvoerbaarheid van ontwerp tot verwerking. De korreldiameter moet hierop worden aangepast.

### Korrelgrootte $D_{max}$

Het grootste deel van de inhoud van betonmortel bestaat uit toeslagmateriaal. Dit steenachtige materiaal is inert, het reageert niet actief met andere stoffen. Alle korrels worden omhuld met pasta, ofwel het mengsel van bindmiddel en water. Grote korrels hebben een kleiner totaal oppervlak dan dezelfde inhoud aan kleinere korrels. Dit zogenaamd specifiek oppervlak vraagt bij een kleinere korreldiameter meer pasta om alle korrels te kunnen omhullen en verlijmen. Dus meer bindmiddel per  $m^3$  beton.

Een goede korrelopbouw is kosteneffectief, maar de verantwoorde maximale korrelgrootte wordt vooral bepaald door de dekking en de tussenafstanden van de wapeningsstaven.

*De grootste korrel  $D_{max}$  is < de dekking en de ruimte tussen de wapeningsstaven.  
De maximale korrelgrootte wordt door de uitvoering opgegeven.*



### **Snelle bouwmethode of uitgestelde verharding**

In de fase van project- en werkvoorbereiding wordt de bouwmethode voor de betonconstructie gekozen. Deze keuze bepaalt mede de bouwsnelheid van de betonconstructie waaraan eisen aan de betonmortel zijn gekoppeld. Wegenbouw met een slipformpaver vraagt een 'groene' sterkte van betonmortel.

Als voor een woningbouwproject wordt gekozen voor tunnelgietbouw betekent dit een cyclus van 24 uur op werkdagen. 's Middags storten en de volgende ochtend ontkisten met voldoende betondruksterkte.



**Betonhuis**  
Betonmortel



*Dit resultaat is haalbaar met koude of warme gietbouw.  
Zie ook pagina 42.*



*Controle op druksterkte, zie  
ook pagina 43.*

Normen, Beoordelingsrichtlijn en certificering zijn vastgelegd in de druksterkte prestatie na 28 dagen. De sterkteprestatie op 56 of 91 dagen valt niet onder de certificering waardoor de betonmortel-leverancier op samenstelling moet leveren. De opdrachtgever moet dan vooraf wel instemmen met deze werkwijze.



### **Uitgestelde verharding**

Een betonconstructie wordt berekend op een veilige sterkte in de gebruiksfase. Overeenkomstig de normen moet deze sterkte na 28 dagen verharding zijn bereikt. Met snelle bouwmethoden kan soms al na één dag veilig worden ontkist. Een snelle verharding vraagt echter een hoog aandeel portlandklinker in het bindmiddel met een bijbehorend milieuprofiel. De sterkteontwikkeling stopt echter nog niet. Bij betonconstructies die pas na maanden volledig worden belast kan voor een uitgestelde verharding worden gekozen. De berekende betondruksterkte voor de gebruiksfase wordt dan gegarandeerd na 56 of 91 dagen. Hierdoor wordt het milieuprofiel positief beïnvloed. Met minder bindmiddel, en dus een gunstiger milieuprofiel, kan de vereiste prestatie toch worden geleverd.

**Betonhuis**  
Betonmortel



Betonmortel wordt meestal gestort in een bekisting. Veel soorten en systemen van bekisting, zoals paneel-, grootwand, tunnel-, klim- en glijbekisting, zijn beschreven in het **Handboek betonconstructies** dat is uitgegeven door Stubeco. Hierin staat ook veel informatie over wapening, voorspanning en ondersteuningsconstructies. Stubeco - Handboek Uitvoering Betonwerken

## Bekisting

De bekisting voor betonvloeren bestaat veelal uit een randkist. Voor funderingsbalken en dergelijke is de bekisting doorgaans hoger. Voor woningen, kantoren en winkels zijn de wanden 3 à 3,2 m<sup>1</sup> hoog.

Het gestorte beton geeft altijd een zijwaartse druk op de bekisting. Hoe hoger het gestorte beton in korte tijd, hoe hoger de betondruk. Voor wanden tot ca. 3,2 m hoog en een hoge consistentieklasse, gerekend met hydrostatische betondruk, betekent dit ongeveer een druk van 75 kN/m<sup>2</sup>. Deze belasting is bepalend bij het ontwerpen en berekenen van de bekisting.

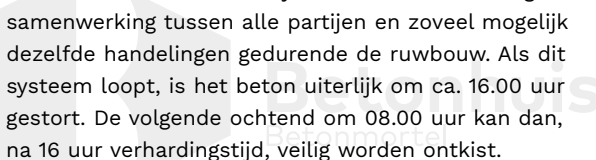




## Gietbouwmethode

Voor seriematige woningbouw bieden de bouwmethoden wandenbreedplaat en tunnelgietbouw een efficiënte oplossing. De vaste dagproductie van wanden, vloeren of complete casco's zorgen voor continuïteit in de ruwbouw. De betonnen wanden en vloeren zorgen voor een maatvast casco waarin de gevelsluitende en dakelementen eenvoudig en passend zijn aan te brengen. De gestorte vloeren maken het mogelijk tot laat in het ruwbouwproces alle wensen van de kopers in te vullen.

### Warme en koude gietbouw




De gietbouwmethode is gebaseerd op een dagcyclus. De handelingen zijn in hoofdlijn: ontkisten, bekisting stellen, alle installaties en wapening aanbrengen, storten, afwerken en afdekken. Het is daarbij het streven naar een goede samenwerking tussen alle partijen en zoveel mogelijk dezelfde handelingen gedurende de ruwbouw. Als dit systeem loopt, is het beton uiterlijk om ca. 16.00 uur gestort. De volgende ochtend om 08.00 uur kan dan, na 16 uur verhardingstijd, veilig worden ontkist.

Een voorwaarde is dat het beton op dat moment voldoende is verhard. De minimale druksterkte die hiervoor nodig is, wordt door de constructeur bepaald. Veelal is dit 14 N/mm<sup>2</sup> maar deze eis kan ook hoger liggen.

Om zeker te zijn van de druksterkte na ca. 16 uur verhardingstijd, kan gekozen worden voor een systeem van warme of koude gietbouw. In beide gevallen moet de betonmortel op de druksterkte ontwikkeling worden gecontroleerd.

### Warme gietbouw



De verharding van beton start vrijwel direct na het storten. Bij deze reactie van bindmiddel en water komt warmte vrij. Met deze warmte wordt het verhardingsproces versneld. Om binnen de gewenste tijd voldoende druksterkte te verkrijgen, wordt bij warme gietbouw extra warmte toegevoegd. In de stalen tunnelbekisting hangen gasbranders. Na het storten en afwerken van de vloeren worden de openingen van de tunnels afgesloten. Op de vloer worden isolerende afdekkappen of -dekens aangebracht om de warmte in het beton vast te houden.

Vooraf is door de betonleverancier vastgesteld hoe de betreffende betonsamenstelling voor dit project reageert. Met de uitkomst stelt een betontechnoloog een zogenaamde ijklijn op. Deze ijklijn is uniek voor elke samenstelling.

De ijklijn wordt ingevoerd in een rijpheidscomputer. De gasbranders worden door deze computer gestuurd en sensoren meten de warmte in het verhardende beton. Met een formule van ijklijn, gemeten warmteontwikkeling en tijdsverloop, kan de druksterkte worden berekend. Zodra voldoende sterkte wordt bereikt zal de computer de gastoevoer terugdraaien en afsluiten. Bij erg koud weer kan de betonmortel voorverwarmd worden aangevoerd om toch veilig binnen de cyclustijd te kunnen ontkisten.

### **Koude gietbouw**

Ook dit proces is gebaseerd op de sterkteontwikkeling door de reactie van bindmiddel en water. Echter, hier wordt geen externe warmte toegevoegd. De keuze van het soort en hoeveelheid cement zorgen voor voldoende warmteontwikkeling. Een goede isolatie van de tunnels, afdekkappen en sluitbekisting is hier nog belangrijker. De samenstelling van de betonmortel wordt bijgesteld naar de temperatuurverwachting, met name voor de nacht. Ook in koude gietbouw wordt de warmte in het beton continu gemeten en wordt de druksterkte in de tijd berekend. Daarmee is er controle op de veiligheid bij het ontkisten. Een doorlopende afstemming tussen uitvoering en betontechnoloog is een voorwaarde voor dit bouwsysteem.

### **Warm of koud**

De keuze voor warme of koude gietbouw dient in overleg tussen uitvoering en betonleverancier te worden gemaakt. Daar waar geen gasinstallatie in de buurt van bebouwing mag staan, is er geen keus. Op andere plaatsen is er de afweging van het verbruik van fossiele brandstoffen (gas) of een hogere milieulast door meer cement. Bouwtechnisch is de koude gietbouwmethode stabielier omdat met een kleinere toeg kan worden volstaan.



## Controle op druksterkte ontwikkeling

Als beton voldoende is verhard kan de bekisting worden weggenomen ofwel ontkisten. Hoeveel druksterkte voor een betonconstructie voldoende is, wordt bepaald door de functie en situatie. Niet dragende betondelen mogen worden ontkist bij een betondruksterkte van  $3,5 \text{ N/mm}^2$ . Voor dragende en door eigen gewicht belaste constructies moet de constructeur de ontkistingssterkte bepalen. Voor het bepalen van de ontwikkeling van druksterkte in laboratoriumomstandigheden kan de betontechnoloog proeven doen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de normen:

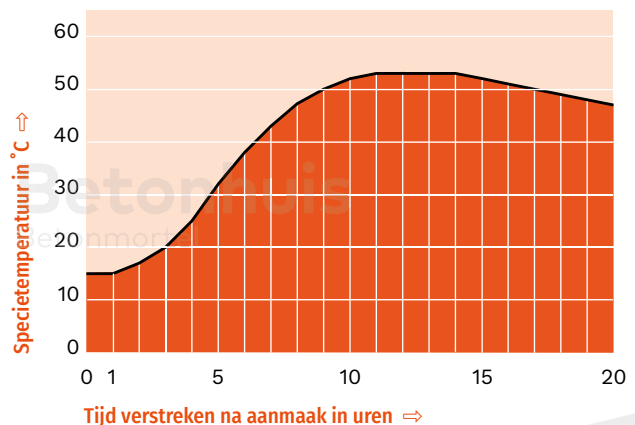
- NEN 5970 Methode gewogen rijpheid
- NEN 5988 Verhardingsproef
- NEN 5989 Verhardingsproef met temperatuurregeling

Het resultaat van de proef geeft een indicatie van de sterkteontwikkeling van het beton in de constructie op de bouwplaats.

Voor het geautomatiseerd volgen van de sterkteontwikkeling, ook wel verhardingsbeheersing, zijn meerdere methoden beschikbaar. Deze zijn op basis van gewogen rijpheid en soms aangevuld met de meting van geleiding door beton. 'Jong' beton met relatief veel, nog ongebonden, water heeft een andere geleiding dan verhard beton. Ook dit geeft informatie over de druksterkte.



Meer weten over duurzaamheid? Download het **Branche-verslag** van Betonhuis [Betonmortel op betonhuis.nl](http://betonmortel.op.betonhuis.nl)





### **Beton lossingsmiddelen**

In de Nederlandse bouwwereld wordt gebruikt gemaakt van beton lossingsmiddelen bij de fabricage van diverse betonproducten. Deze beton lossingsmiddelen zorgen er o.a. voor dat beton eenvoudig loskomt van de mal. Lossingsmiddelen kunnen enige nadelige effecten hebben op de gezondheid van de verwerker en het milieu.

De stichting Beton Losmiddel Fabrikanten (BLF) heeft in 2018 een nieuw klasseringssysteem geïntroduceerd dat aansluit bij de huidige wetgeving (o.a. GHS) en de momenteel gebruikte beton lossingsmiddelen.

Bij het nieuwe klasseringssysteem hebben we de H-/EUH-zinnen en GHS-symbolen als leidraad genomen, welke een duidelijk beeld verschaffen van welke producten er het meest/minst mens- en milieuvriendelijk zijn.





### **Klassering**








Voor iedere klasse zijn zodoende criteria opgesteld voor bovengenoemde kenmerken. Deze criteria zijn zo opgesteld dat de gezondheids- en milieubelasting toeneemt van klasse 1 naar klasse 7: beton lossingsmiddelen die in klasse 1 vallen zijn het meest mens- en milieuvriendelijk, terwijl beton lossingsmiddelen uit klasse 7 slecht voor de gezondheid en het milieu zijn.



**Betonhuis**  
Betonmortel

## Klassering betonlossingsmiddelen

BLF-klasse	Criteria	Etikettering	Vlampunt	In de praktijk betekent dit:
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulsiebasis.</li> <li>• Het olie-deel bestaat alleen uit plantaardige oliën en/of esteroliën.</li> <li>• Eindproduct behoeft volgens GHS-regelgeving geen etikettering.</li> <li>• Aromaat vrij.</li> </ul>	Geen	> 100 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laag risico op huidirritatie.</li> <li>• Geen ademhalingsbescherming nodig bij normale gebruiksomstandigheden (*).</li> <li>• Hoogst hernieuwbaarheidsgehalte (lage CO<sub>2</sub>-footprint).</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oliebasis.</li> <li>• Het olie-deel bestaat alleen uit plantaardige oliën en/of esteroliën.</li> <li>• Eindproduct behoeft volgens GHS-regelgeving geen etikettering.</li> <li>• Aromaat vrij.</li> </ul>	Geen	> 100 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laag risico op huidirritatie.</li> <li>• Geen ademhalingsbescherming nodig bij normale gebruiksomstandigheden (*).</li> <li>• V.O.S.-vrij</li> <li>• Hoog hernieuwbaarheidsgehalte (lage CO<sub>2</sub>-footprint).</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emulsiebasis.</li> <li>• Het olie-deel bestaat uit plantaardige oliën, esteroliën en/of hoogwaardige procesoliën.</li> <li>• Bevat mogelijk een conserveringsmiddel.</li> <li>• Eindproduct behoeft volgens GHS-regelgeving geen etikettering.</li> <li>• Echter bij gebruik conserveringsmiddel: EUH-zin 208 en EUH-zin 210.</li> </ul>	Geen of EUH 208 en EUH 210	> 100 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laag risico op huidirritatie.</li> <li>• Geen ademhalingsbescherming nodig bij normale gebruiksomstandigheden (*).</li> <li>• Redelijk hernieuwbaarheidsgehalte (lage CO<sub>2</sub>-footprint).</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oliebasis.</li> <li>• Het olie-deel bestaat hoofdzakelijk uit hoogwaardige procesoliën en mogelijk plantaardige oliën.</li> <li>• Eindproduct heeft vlampunt &gt; 100 °C.</li> <li>• Aromaten &lt; 0,03%.</li> </ul>	 H304	> 100 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matig risico op huidirritatie.</li> <li>• Bij slechte ventilatie ademhalingsbescherming aanbevolen.</li> <li>• V.O.S.-vrij.</li> <li>• Grenswaarde voor gebruik binnen: zie VIB.</li> <li>• Matig tot redelijk hernieuwbaarheidsgehalte (redelijke CO<sub>2</sub>-footprint).</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oliebasis.</li> <li>• Het olie-deel bestaat hoofdzakelijk uit hoogwaardige procesoliën en gedeearomatiseerde koolwaterstoffen.</li> <li>• Eindproduct heeft vlampunt tussen 60 °C en 100 °C.</li> <li>• Aromaten &lt; 2%.</li> </ul>	 H304 EUH 066	> 60 °C < 100 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Groot risico op huidirritatie (ontvettend).</li> <li>• Bij slechte ventilatie ademhalingsbescherming aanbevolen.</li> <li>• Bevat V.O.S.</li> <li>• Grenswaarde voor gebruik binnen: zie VIB.</li> <li>• Matig hernieuwbaarheidsgehalte (hoge CO<sub>2</sub>-footprint).</li> </ul>

Klassering betonlossingsmiddelen				
BLF-klasse	Criteria	Etikettering	Vlampunt	In de praktijk betekent dit:
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oliebasis.</li> <li>• Het olie-deel bestaat hoofdzakelijk uit hoogwaardige procesoliën en gedeearomatiseerde koolwaterstoffen.</li> <li>• Eindproduct heeft vlampunt tussen 23°C en 60°C.</li> <li>• Aromaten &lt; 2%.</li> </ul>	  H304 H226  H336 EUH 066	> 23°C < 60°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Groot risico op huidirritatie (ontvettend).</li> <li>• Bij slechte ventilatie ademhalingsbescherming aanbevolen.</li> <li>• Bevat V.O.S.</li> <li>• Grenswaarde voor gebruik binnen: zie VIB.</li> <li>• Ontvlambaar (speciale opslag vereist)</li> <li>• Matig hernieuwbaarheidsgehalte (hoge CO<sub>2</sub>-footprint).</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oliebasis.</li> <li>• Het olie-deel bestaat hoofdzakelijk uit hoogwaardige proces oliën en aromaatarme koolwaterstoffen.</li> <li>• Eindproduct heeft vlampunt tussen 23°C en 60°C.</li> <li>• Aromaten 2%–25%.</li> </ul>	  H304 H226   H336 H411 EUH 066	> 23°C < 60°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Groot risico op huidirritatie (ontvettend).</li> <li>• Bij slechte ventilatie ademhalingsbescherming aanbevolen.</li> <li>• Bevat V.O.S.</li> <li>• Grenswaarde voor gebruik binnen: zie VIB.</li> <li>• Matig hernieuwbaarheidsgehalte (hoge CO<sub>2</sub>-footprint).</li> <li>• Schadelijk voor in het water levende organismen.</li> </ul>

(\*) Uitzondering: wanneer er met luchtverstuiving wordt verneveld is ademhalingsbescherming of goede ventilatie/afzuiging aanbevolen!

Voor de volledige informatie zie: betonlosmiddel-fabrikanten.nl



**Betonhuis**  
Betonmortel

Voor de classificering van ontkistingsmiddelen zie: <http://www.betonlosmiddel-fabrikanten.nl/blf-classificering.html>

### Ontkistingsmiddel

Een ontkistingsmiddel is nodig om te voorkomen dat beton tijdens het verharden gaat hechten aan het bekistingsoppervlak. De keuze voor het ontkistingsmiddel wordt gemaakt door de uitvoering. Met name bij schoonbeton is het nuttig om vooraf met de betonmortel-leverancier te overleggen welk middel het beste toegepast kan worden. In enkele gevallen kan de combinatie van een middel met de hulp- en vulstoffen in het beton een ongewenst resultaat geven.

### Ontkisten

#### NEN-normen

De ontkistingssterkte van beton wordt door de constructeur bepaald en op tekening aangegeven. Volgens NEN 8690 moet de kubusdruksterkte van beton bij niet dragende bekisting ten minste 3,5 N/mm<sup>2</sup> bedragen. Bij dragende bekisting is de minimumeis, indien niet door de constructeur opgegeven, ten minste 14 N/mm<sup>2</sup>. Voor het bepalen van de betondruksterkte om te mogen ontkisten, zijn de volgende normen van toepassing:

- NEN 5970 Methode van gewogen rijpheid
- NEN 5989 Verhardingsproef met temperatuurregeling
- NEN 5988 Verhardingsproef



Let op: Voor elke betonsamenstelling moet een specifieke ijkgrafiek worden opgesteld en elke ijkgrafiek vraagt een aparte instelling van de rijpheidscomputer! De Betonhuis betonmortel-leverancier kan de benodigde gegevens verstrekken.

#### Gewogen rijpheid

Bij warme en koude gietbouw wordt de sterkteontwikkeling bepaald volgens de methode *gewogen rijpheid*.

Deze methode is gebaseerd op de componenten: tijd, temperatuur en de invloed van het karakter van cement op de sterkteontwikkeling (C-waarde).

De methode maakt gebruik van het principe dat de sterkte van beton wordt bepaald door het product van tijd en temperatuur. Dit wordt rijpheid genoemd. Bij het vaststellen van de rijpheid wordt rekening gehouden met de C-waarde van cement, de gewogen rijpheid kan worden bepaald als maat voor de ontwikkelde sterkte. Vervolgens kan door middel van een ijkgrafiek de sterkteontwikkeling van het toegepaste betonmortel worden afgeleid.



## Weersomstandigheden

Betonmortel bevat water en is daarmee gevoelig voor vorst en hoge temperaturen. Voor omstandigheden met lage temperaturen zijn weersfasen in de norm NEN 8670 benoemd. Bij elke fase zijn maatregelen voorgeschreven.

### Betonmortel



Verwachte gemiddelde temperatuur tussen 9.00 en 9.00 de volgende ochtend	Weersfase	Temperatuur 's nachts op locatie
plus 4 °C of hoger	0	geen vorst of niet meer dan 1 graad vorst
plus 4 °C of hoger	1	meer dan 1 graad vorst
tussen 0 °C en plus 4 °C	2	niet meer dan 2 graden vorst
tussen 0 °C en plus 4 °C	3	niet meer dan 2 graden vorst
...beneden 0 °C	4	meer dan 2 graden vorst
...beneden 0 °C	5	niet meer dan 5 graden vorst
beneden 0 °C	6	meer dan 10 graden vorst

## De maatregelen per weerfase (NEN 8670)

<b>Weerfase 0 en 1</b>	Geen maatregelen voorgeschreven.
<b>Weerfase 2</b>	<p>Verse betonoppervlakken moeten doelmatig worden afgedekt en geïsoleerd totdat een gemiddelde kubusdruksterkte van tenminste 5 N/mm<sup>2</sup> is bereikt.</p> <p>Waait er een sterke wind, dan moet weerfase 3 als maatstaf worden genomen.</p>
<b>Weerfase 3</b>	<p>Verse betonoppervlakken moeten ook weer doelmatig worden afgedekt en geïsoleerd maar nu in combinatie met één van de volgende maatregelen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• toepassing van verwarmde betonmortel;</li><li>• toepassing van cement met een hogere aanvangssterkte;</li><li>• verlaging van de watercementfactor.</li></ul> <p>Het afdek- en isolatiemateriaal moet op zijn plaats blijven totdat een gemiddelde kubusdruksterkte van tenminste 5 N/mm<sup>2</sup> is bereikt.</p> <p>Een andere mogelijkheid is het toevoeren van warmte in de ruimten tussen betonoppervlak respectievelijk bekisting en de afdekking of bescherming, zoals omschreven in de VBU (NEN 13670).</p>
<b>Weerfase 4</b>	<p>Tijdens het storten dient de betonmortel een temperatuur van ten minste 10 °C te hebben. Met de maatregelen die zijn benoemd bij weerfase 3, moet men ervoor zorgen dat de temperatuur van het betonoppervlak niet daalt onder de 4 °C totdat een gemiddelde kubusdruksterkte van tenminste 5 N/mm<sup>2</sup> is bereikt.</p>
<b>Weerfase 5</b>	<p>Minimaal moet men de maatregelen onder weerfase 4 volgen. Om de temperatuur op tenminste 4 °C te houden, zal waarschijnlijk warmte-toevoeging noodzakelijk zijn. Gebruik hiervoor stoom, hete lucht of infraroodstralers.</p>
<b>Weerfase 6</b>	<p>Betonmortel mag niet meer worden verwerkt tenzij de productie, het storten, de verwerking en de nabehandeling plaatsvinden binnen omhulde ruimten waar een temperatuur wordt gehandhaafd van tenminste 8 °C tot een gemiddelde kubusdruksterkte van tenminste 5 N/mm<sup>2</sup> is bereikt.</p>

Betonmortel

Voor hogere temperaturen zijn geen voorschriften in normen vastgelegd. Ervaring leert dat schade aan betonconstructies vooral in combinatie met wind en een lage luchtvochtigheid kan ontstaan. De betonmortelleverancier adviseert de volgende maatregelen:

#### De maatregelen bij hoge temperaturen (Omgevingstemperaturen boven 25 °C)

Oorzaak en mogelijk gevolg	Maatregelen
• Verwerkbaarheid van betonmortel neemt sneller af	• Zo nodig vertrager toevoegen aan de betonmortel
• Verminderde toename van druksterkte	• Controle op druksterkteontwikkeling
• (Onnodig) waterverlies door verdamping, met name door schrale wind en/of directe zonnestraling	• Extra aandacht voor vochtig houden en nabehandelen
• Versneld opstijfgedrag	• Tijdig beginnen met afwerken
• Te hoge betonmorteltemperatuur	• Koeling van de betonmortel (vooraf) of verwarming van de gestorte betonconstructie
• Temperatuurschok door het nabehandelen met 'koud' water: (extra) risico op scheurvorming	• Nabehandelen met water van gelijke omgevingstemperatuur

#### Stortplan

De voorbereiding van betonconstructies is een proces waarin een aantal stappen wordt doorlopen. De vele afwegingen en de keuze in de werkvoorbereiding worden vastgelegd. Vervolgens wordt er een stortplan opgesteld, als afronding van dit deel van de voorbereiding en de aanloop naar de uitvoering.

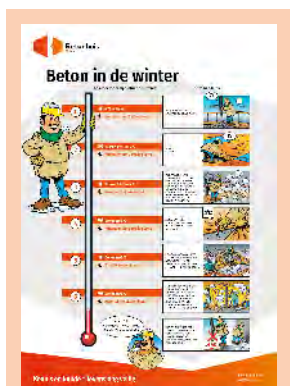
Elk stortplan wordt afgestemd op de omgeving en de aard van het project. Met name op het onderdeel afroep en logistiek kan een betoncentrale u informeren en adviseren.

#### Beton in de winter en in de zomer

Temperatuursinvloeden in de winterperiode vragen om specifieke maatregelen. In de norm NEN 8670 zijn zeven weerfasen vastgelegd, zie pagina 49.

## Hoofdlijn van het stortplan

<b>Bestellen en afroepen van betonmortel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tijdig bestellen en afroepen op basis van<ul style="list-style-type: none"><li>- Bestek en voorschriften</li><li>- Omstandigheden</li><li>- Uitvoering</li></ul></li><li>• Voorwaarden voor levering van betonmortel zijn vastgelegd in de NEN-EN 206 + NEN 8005</li></ul>
<b>Logistiek</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aan- en afvoerroute van truckmixers.</li><li>• Opstelplaats voor bouwkraan en/of betonpomp</li><li>• Transport van de betonmortel: stortgoot, kubel of betonpomp</li></ul>
<b>Mensen, materieel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inzet van mensen en materieel voor het transporteren, storten en verdichten van de betonmortel</li><li>• Houd rekening met werk- en rusttijden</li></ul>
<b>Routing</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stortvolgorde en routing per bouwdeel bepalen</li><li>• Laagsgewijs storten en stortsnelheid bepalen</li><li>• Eventueel overleg met de plaatselijke overheid over markering of afzetting rond de aanvoerroute van betonmortel</li></ul>
<b>Controle</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Voorafgaand aan het storten van betonmortel dient een droge, zuigende ondergrond voldoende vochtig gemaakt te worden, waardoor onttrekking van water uit de betonmortel wordt voorkomen</li></ul>
<b>Bekisting</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bekistingsdelen dienen te worden behandeld met de passende ontkistingsolie</li></ul>
<b>Veiligheid</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Veiligheidsmaatregelen treffen overeenkomstig het V&amp;G-plan</li></ul>



Poster **Beton in de winter**.  
Vraag aan bij uw beton-  
centrale, aangesloten bij  
Betonhuis Betonmortel.

Betonhuis  
Betonmortel



# 04

## Transport en verwerken van betonmortel

- 54 Transport op de bouwplaats
- 56 Storten van betonmortel
- 66 Bekistingsdruk
- 72 Nabehandelen van beton
- 75 Toleranties voor betonoppervlakken
- 78 Voorkomen van scheurvorming



## Transport op de bouwplaats

De betonmortel wordt op de bouwplaats aangevoerd met truckmixers. Vanuit de truckmixer wordt de betonmortel in de bekisting gebracht.

De gangbare mogelijkheden hiervoor zijn:

- Via een stortgoot direct vanuit de mixer
- Met een kubel
- Met een betonpomp

### Stortgoot

Truckmixers zijn voorzien van een stortgoot. Deze hebben een bereik tot ongeveer de zijkant van de truckmixer.

Bouwdelen die zich rond het maaiveldniveau en op korte afstand van een verharde weg of bouwstraat bevinden, kunnen soms direct vanuit de mixer worden gestort. Zie voor de veiligheid bij levering pagina 94 van deze gids.

### Gewicht van een volle kubel

Voor de veiligheid van de stortploeg en de kraanmachinist mag de hijscapaciteit van de kraan niet worden overschreden. Bij de keuze voor de kubel moet met de juiste kubelinhoud rekening worden gehouden.

### Kubel

Veel gebruikt is de stortkubel. Deze wordt toegepast in combinatie met een bouwkraan. De capaciteit van de bouwkraan in maximaal hijsgewicht en de lengte van de vlucht is mede bepalend voor de kubelgrootte die mag worden gebruikt. Gangbaar zijn kubels met een inhoud van 0,75, 1, 2 of 3 m<sup>3</sup>.

Door de kubel boven de bekisting beheerst te openen, kan de betonmortel in lagen van maximaal 50 cm worden gestort.

Bij een valhoogte van meer dan 1,5 m moet een stortkoker of een stortbroek worden gebruikt om ontmenging te voorkomen.



Poster

### Losplaats veiligheidscheck.

Vraag aan bij uw betoncentrale, aangesloten bij Betonhuis Betonmortel.

### Veiligheid in de Bouw (Governance Code)

Veiligheid op de bouwplaats is een gezamenlijke verantwoordelijkheid van aannemer en leverancier. De betonmortelleverancier levert haar bijdrage met instructie van haar werknemers.

Voor een goede afstemming zie het Betonhuis-informatieblad en de risicoanalyse:

- Afleveren en lossen op de bouwplaats
- Losplaats Risico Analyse

Zie pag. 94

## Aanvoer van betonmortel

Voor de aanvoer van betonmortel naar de bouwplaats worden truckmixers gebruikt. De verschillende vrachtauto's hebben een inhoud van minimaal 6 m<sup>3</sup> tot maximaal 15 m<sup>3</sup>. Bij een beperkte ruimte rond of op de bouwplaats moet de afnemer rekening houden met aslast en draaicirkel van de truckmixer.

## Betonpompen

Voor het transport van betonmortel op de bouwplaats wordt het meest gebruik gemaakt van een betonpomp. Voor beperkte hoeveelheden tot ca. 40 m<sup>3</sup> is een pomp-mixer geschikt (een truckmixer met een betonpomp). De eigen lading kan worden aangevuld vanuit een andere truckmixer. De giek lengte is beperkt tot ca. 20 m<sup>1</sup>, horizontaal en verticaal.

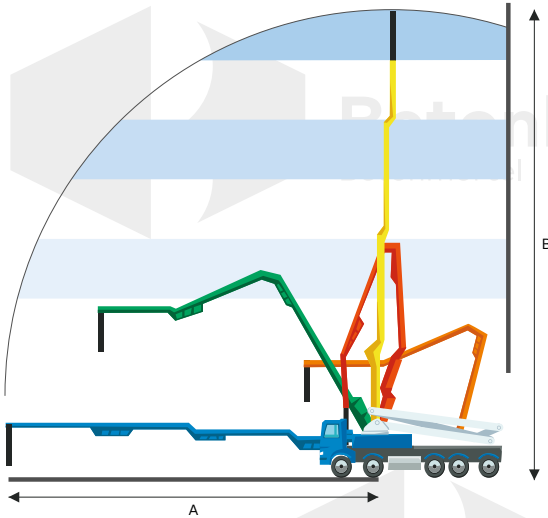
Voor grote hoeveelheden wordt een betonpomp op de bouwplaats opgesteld. De pompen voor vaste opstellingen zijn er in veel varianten. De hoeveelheid te verpompen betonmortel kan tot ca. 150 m<sup>3</sup> per uur. Gieklengtes zijn er tot ca. 60 m<sup>1</sup>. Voor horizontaal verpompen over grote afstanden kunnen de slangen worden verlengd. Mits ruim vooraf met alle partijen besproken, zijn lengtes tot 500 m of meer te realiseren.

Deze pompen zijn voorzien van uitklapbare en uitschuifbare stempels. De opstelplaats moet voldoende ruim zijn en mag zich niet op de rand van een bouwput bevinden.

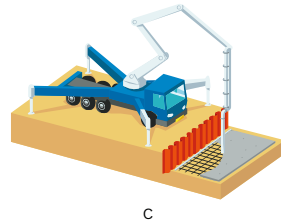
Voor veilig verpompen van betonmortel door slangen met een beperkte diameter is een aanpassing naar kleinere korreldiameter van het toeslagmateriaal noodzakelijk.

Betonhuis  
Betonmortel





Bij de wens tot verwerking van veel  $m^3$  per uur wordt een grote betonpomp ingezet. Daarvoor moet er ruimte zijn voor twee truckmixers die tegelijk achter de pomp kunnen opstellen om doorlopend te kunnen lossen.



De afmetingen voor de giek-lengte (A), giekhoogte (B) en ruimte voor het afstempelen (C) zijn afhankelijk van het type betonpomp.

Sinds kort worden ook aanhangerpompen ingezet. Deze kunnen tot ca.  $15 m^3$  betonmortel per uur verpompen. Dit type pomp heeft geen giek en pompen alleen horizontaal en met slangen tot ca. 65 mm.

## Storten van betonmortel

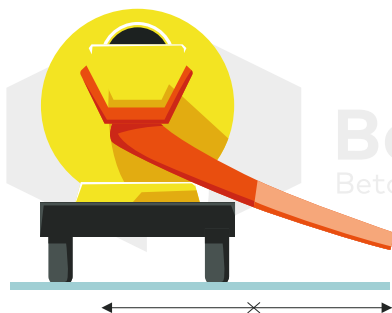
### Aandachtspunten

- Voorkom ontmenging! Stort niet van grote hoogte.
- Door meteen op de juiste plaats te storten, hoeft de mortel niet verplaatst te worden.
- Bij een valhoogte van meer dan 1,5 m een stortkoker of stortbroek gebruiken.
- Betonmortel alleen verplaatsen met schop of hark.
- **Nooit met de trilnaald!**
- Storten en verdichten in lagen van maximaal 50 cm.
- Werk vanaf een veilige steiger en draag beschermingsmiddelen.



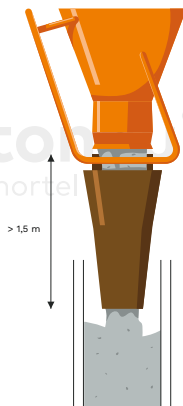
Poster **Storten van betonmortel**. Vraag aan bij uw betoncentrale, aangesloten bij Betonhuis Betonmortel.

De poster **Storten van betonmortel** van het Betonhuis geeft met behulp van afbeeldingen een toelichting op deze punten.

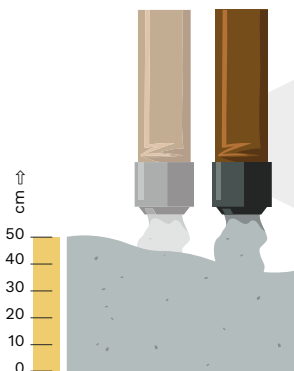


*Verlenging met één extra gootdeel is alleen mogelijk bij consistentieklasse F4 of hoger.*

Beton  
Betonmortel



*Bij een valhoogte van meer dan 1,5 meter moet een stortkoker of stortbroek worden gebruikt.*



### Zelfverdichtend beton

Het storten van zelfverdichtend beton, en ook van verdichtingsarm beton, vraagt een andere aanpak dan het storten van de gangbare betonmortel.

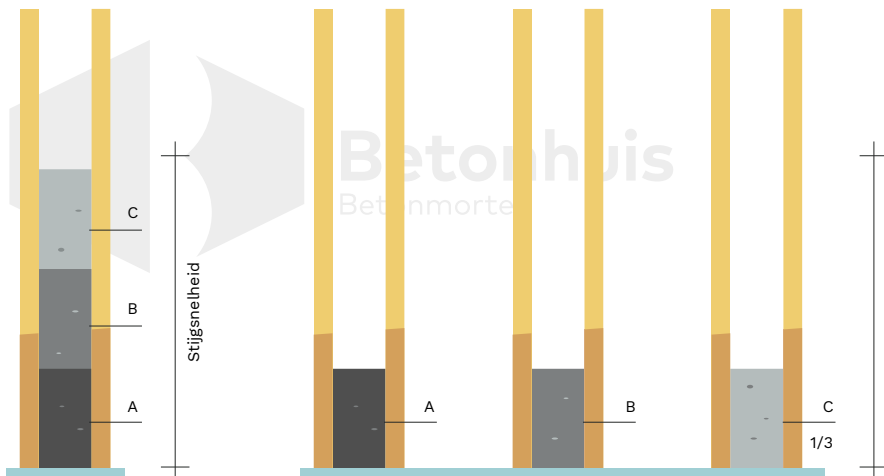
Zelfverdichtende betonmortel wordt, op een aantal vooraf gekozen plaatsen, niet verder dan 10 m<sup>1</sup> uit elkaar en in een beheerst tempo van 10 à 15 m<sup>3</sup>/uur in de bekisting gestort.

De mortel vloeit uit zichzelf in de bekisting en rond sparingen. Een goede voorbereiding en overleg met de betonmortelleverancier zijn hierbij van groot belang.

### Stortsnelheid

Vanuit de truckmixer wordt betonmortel overgebracht in een kubel of in een betonpomp. De snelheid waarmee de op de bouwplaats aangevoerde hoeveelheid betonmortel wordt verwerkt noemen we de stortsnelheid. Deze wordt aangegeven in m<sup>3</sup>/uur.

Er zit een spanningsveld in deze snelheid waarmee de betonmortel wordt getransporteerd. Een hoog productietempo kan risico's voor veiligheid en kwaliteit inhouden. In veel gevallen zal de capaciteit voor de stortsnelheid hoger liggen dan de toelaatbare stijgsnelheid van de bekisting van een bouwdeel. Om de veiligheid te waarborgen, is het dan noodzakelijk om de werkzaamheden over meerdere bouwdelen te verdelen (zie tekening 1 en 2).



Tekening 1.

Tekening 2.

Met name in woning- en utiliteitsbouw zullen per cyclus meerdere bouwdelen tegelijkertijd worden gestort. Door bijvoorbeeld drie wandkisten om en om in lagen te storten blijft de stortsnelheid gelijk maar zal de stijgsnelheid tot  $1/3$  afnemen (tekening 2). Deze werkwijze biedt tevens de gelegenheid om de betonmortel per laag voldoende te verdichten, waardoor de gewenste verdichting en oppervlaktekwaliteit wordt bereikt.

## Verdichten van betonmortel

### Wijze van verdichten

Betonmortel moet globaal binnen twee uur na productie zijn verwerkt, waarbij de betonmortel in de truckmixer in beweging blijft. De tijd dat de betonmortel na aanvoer nog verwerkt mag worden is mede afhankelijk van de toepassing van hulpstoffen en de specietemperatuur.

### Luchtinsluiting voorkomen

Gedoseerd en systematisch storten is noodzakelijk om luchtinsluiting te voorkomen. Hierbij maken we onderscheid tussen horizontaal en verticaal storten.



Wanden dienen laags gewijs te worden gestort en met een gecontroleerde stortsnelheid. Dit voorkomt dat de speciedruk op de bekisting te hoog oploopt. Bij (hoge) wanden kan door inklinking na enige tijd aanvulling van de hoeveelheid betonmortel nodig zijn. De trilnaald dient altijd verticaal in de betonmortel gestoken te worden. De betonmortel klinkt in en er verschijnen luchtbellens aan het oppervlak. Zodra de betonmortel gaat 'glanzen' dient de trilnaald langzaam uit het beton gehaald te worden. Verdichten is nodig om de vermenging van vers en reeds gestort beton te garanderen en om de ruimte weer op te vullen die mogelijk onder de wapeningsstaven is ontstaan.

### **Correct gebruik trilnaalden**

Trilnaalden dienen langzaam uit het beton te worden getrokken om holle ruimten te voorkomen. Bij het storten van vlakken, zoals vloeren, dient de betonmortel met de transportmiddelen (kubel, pomp of andere voorzieningen) te worden verdeeld.

Trilnaalden dienen niet voor de verdeling van de mortel gebruikt te worden. Tevens dient voorkomen te worden dat de wapening in trilling wordt gebracht. Alleen goed verdicht beton geeft de betonconstructie de gewenste druksterkte en duurzaamheid.


### **Vloeren**

Dunne lagen betonmortel voor vloeren, druklagen op breedplaten, erfverhardingen e.d. dienen zo gelijkmatig mogelijk uit de kubel of betonpomp over het oppervlak te worden verdeeld.

Voor verdere gelijkmatige verdeling kan een schop of hark worden gebruikt. Met een trilnaald wordt de betonmortel in een regelmatig patroon, met korte tussen afstanden, verdicht. De trilnaald mag niet worden gebruikt om 'hopen' betonmortel te verdelen. Dit kan ontmenging, en dus kwaliteitsverlies, tot gevolg hebben.

Door het gebruik wordt een trilnaal warm. De koeling van de trilnaald wordt echter geregeld door middel van het gebruik in beton (warmteafgifte aan de betonspecie).

**Let op:** Het toevoegen van water, hulpstoffen e.d. aan de betonmortel is niet toegestaan. Indien de betonmortel niet de juiste consistentie heeft, dient u contact op te nemen met de betonmortelcentrale. De betontechnoloog kan dan adequate maatregelen treffen.



Bij relatief dunne vloeren blijft de trilnaald deels boven het oppervlak. Een korte trilnaaldfles is hierbij aan te bevelen. De trilnaaldfles is de trilmantel, ofwel het actieve deel aan het einde van de slang.

Voor het storten van platen van 150 à 100 mm of nog dunner is een trilbalk een alternatief.

De drijfrij, afwerkspaand met trilmotor, is bedoeld voor het nivelleren en het vlak afwerken van het betonoppervlak. Deze zijn niet geschikt voor het verdichten van de gestorte vloer.

### **Wanden, balken en kolommen**

De keuze van de dikte van de trilnaald wordt vooral bepaald door de dichtheid van de wapening in de betonconstructie. Daarnaast is de afmeting van het bouwdeel van invloed. Over het algemeen geldt dat hoe groter het te storten bouwdeel is, hoe dikker de trilnaald moet zijn.

Lange dunne wanden gelden als een beperking van de afmeting van de trilnaald.

Het raken van de wapening bij het verdichten moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Door de trilling door de wapeningskorf kan in het reeds verdichte beton gedeeltelijk ruimte tussen het beton en de wapeningsstaaf ontstaan. Dit betekent minder hechting en sterkteverlies na volledige verharding.

### **Werkingsfeer van de trilnaald**

Er is een direct verband tussen de doorsnede van de trilnaald en het gebied rond de trilnaald dat wordt verdicht.

### **Trilnaald techniek en KAM**

In Nederland zijn de elektrisch aangedreven handstok-trilnaalden en hoogfrequente trilnaalden het meest gangbaar. De uitvoering en overwegingen van Arbo-omstandigheden en energie maken de mechanische handstoktrilnaalden geschikt voor kortdurend gebruik tot max. ca. 60 minuten continue. Met andere woorden: voor betonconstructies van een beperkte afmeting.

Voor het verdichten van kleine en grote betonconstructies kan gebruik worden gemaakt van hoogfrequente trilnaalden (bijvoorbeeld 42V200Hz. met frequentie-omvormer) Deze zijn geschikt voor langdurend gebruik tot ca. 10 uur continue.

De keuze van de trilnaald dient altijd afgestemd te worden op de specificaties van de betonmortelleverancier.

### **Stortonderbrekingen**

Bij betonconstructies met grote afmetingen is het meestal niet mogelijk om het bouwwerk of het bouwdeel als één geheel of in één procesgang te storten. Daarnaast kunnen bouwdelen gedeeltelijk ontkoppeld worden in verband met dilataties en/of compartimentering.

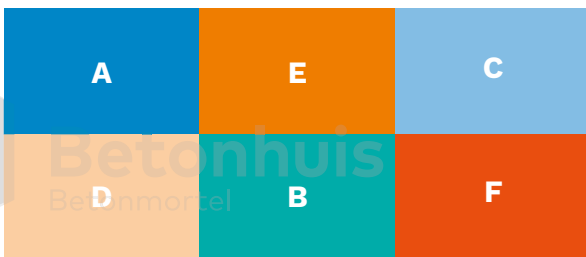
Ontkoppelde naden kunnen wel verbonden zijn door (waterdichte) dilatatieprofielen en/of deugelconstructies. Deze naden zijn in de ontwerpfase bepaald en voorzieningen zijn in het bestek vastgelegd. In dit overzicht wordt ingegaan op aandachtspunten en mogelijke oplossingen voor starre, aangestorte naden (dus geen dilataties).

Vormen van krimp en uitzetting, constructieve of productietechnische redenen kunnen stortonderbrekingen noodzakelijk maken. Praktische stortonderbrekingen in doorgaande constructies zullen in overleg tussen werkvoorbereiding, uitvoering en constructeur worden bepaald. Hieronder volgen voorbeelden, aandachtspunten en mogelijke oplossingen.

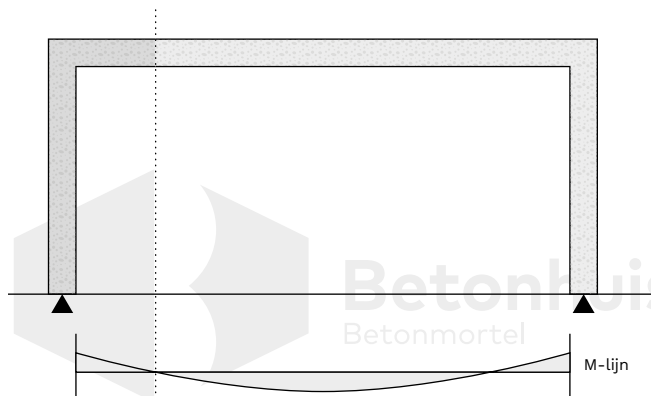
Bekijk ook  
de animatie  
**Beton storten op**  
[betonhuis.nl](http://betonhuis.nl)



Indeling en stortvolgorde bij grote vloervelden of terreinverhardingen.



De stortonderbreking bij voorkeur aanbrengen waar de buigspanning het geringste is. (Dit is van toepassing bij een extra tunnelkist die gebruikt wordt als steltunnel.)



### Plaats van de stortonderbreking

Afhankelijk van de soort en aard van de betonconstructie wordt de plaats van de stortonderbreking vastgesteld.

### Stortnaad met aanhechting

Voor een stortnaad waaraan constructieve eisen gesteld worden gelden de volgende voorwaarden:

- Het eerder gestorte beton deel moet voldoende verdicht en nabehandeld zijn.
- Het aan te storten oppervlak moet ruw en schoon zijn, ook rondom de wapening en in het dekkingsgebied.

Hiervoor moet de cementshijde worden verwijderd. Dit kan door:

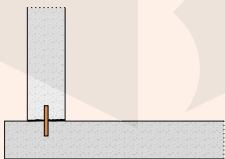
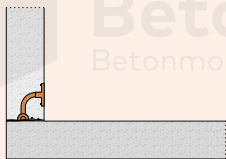
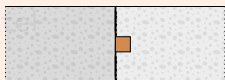

- Tussen ca. 6 en 20 uur nastorten, met een hogedruk waterstraal.
- Toepassen van een oppervlaktevertrager op de stortnaad en met hogedruk schoonspuiten.
- Gritstralen van verhard beton ter plaatse van de stortnaad.

Als er een curing compound wordt gebruikt dient voorkomen te worden dat sporen hiervan op de stortnaad komen:

- Vuil, losse zand- of grinddelen, betonresten en overtollig water moeten worden verwijderd.
- De stortnaad moet worden bevochtigd maar mag niet te nat zijn.
- Te storten betonmortel heeft bij voorkeur een consistentieklasse S3 en er mag geen betonmortel, inclusief cementwater en fijne delen, weglekken ter plaatse van het aansluitvlak.

### Vochtkering

Bij vochtbelasting ter plaatse van stortonderbrekingen kunnen voorzieningen worden opgenomen. Door middel van overleg tussen constructeur, uitvoering en leverancier wordt bepaald welke voorziening het meest passend is.

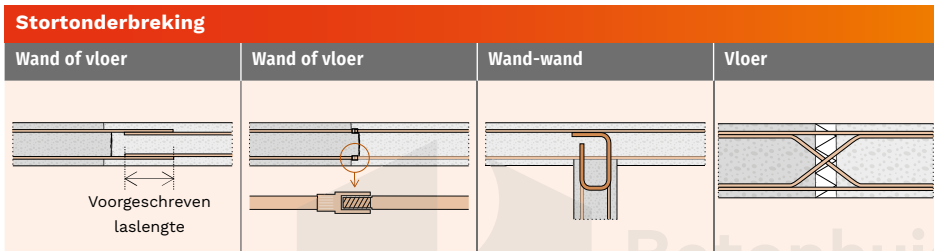
Stortonderbreking			
Horizontaal	Horizontaal of verticaal	Verticaal	Verticaal
Vloer-wand	Vloer-wand of wand-wand	Vloer of wand	Vloer of wand
			
Kimblek	Injectieslang	Zwelband	Voegband



## Wapening

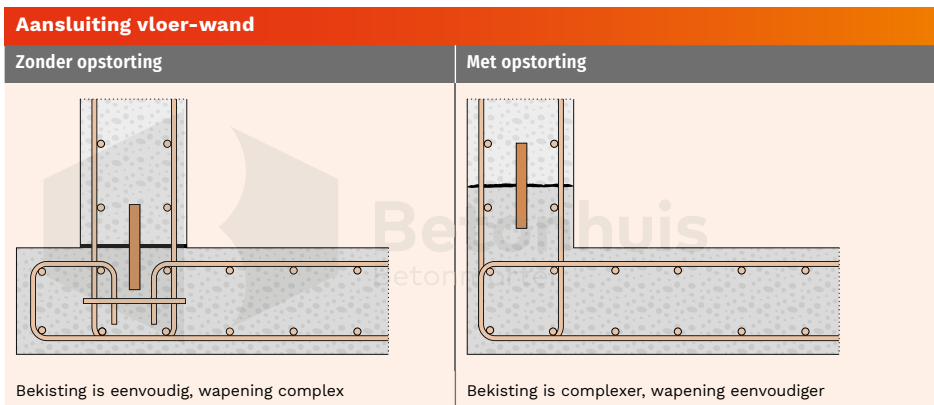
Bij stortonderbrekingen in doorgaande constructies zal de wapening door de stortnaad heen moeten lopen. Hiervoor zijn meerdere mogelijkheden:

- Wapening op minimaal de vereiste laslengte door de voorziening laten doorsteken.
- Wapeningsysteem met schroefkoppeling.
- Op een aantal plaatsen is ook het gebruik van stekkenbakken mogelijk.
- Wapeningsysteem met koudebrugonderbreking.



De plaats van de stortonderbreking wordt veelal door verschillende aspecten bepaald. Een gunstige plaats ten opzichte van de bekisting kan complex zijn in de wapening of andersom.

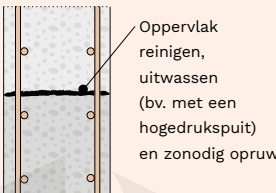
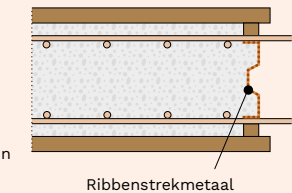
## Zonder opstorting / Met opstorting



## Aanhechting

Een stortonderbreking dient zo min mogelijk tot verzwakking van de constructie te leiden. Zorg dient daarom te worden besteed aan de aanhechting in het oppervlak tussen de twee stortgangen.

Horizontale stortonderbrekingen kunnen veelal volstaan door het storten tot op een geplande hoogte.

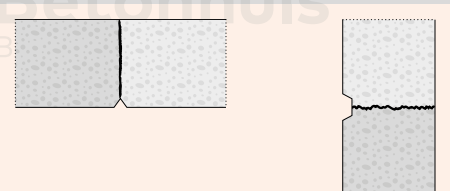
Horizontaal	Verticaal
<b>Wand</b>	<b>Wand of vloer</b>
	

Bij een verticale stortonderbreking kunnen speciaal voor het project gemaakte kopschotten worden gebruikt of kunnen geperforeerde stalen stortonderbrekingsprofielen worden toegepast.

Download het **Model-  
Werkplan Schoonbeton**  
[betonhuis.nl/betonhuis/  
model-werkplan-schoon-  
beton](http://betonhuis.nl/betonhuis/model-werkplan-schoonbeton)

## Schoonbeton

Een extra aspect bij schoonbeton, naast de bovengenoemde aandachtspunten, is het uiterlijk van de stortonderbreking. De oude bouwwijsheid 'gelijk is ongelijk' is ook hier van toepassing. Aanbevolen wordt de aansluiting te accentueren, waardoor deze minder opvalt. Voorbeelden:

Stortonderbreking
<b>Horizontaal of verticaal</b>
<b>Wand of vloer</b>


### Aandachtspunten

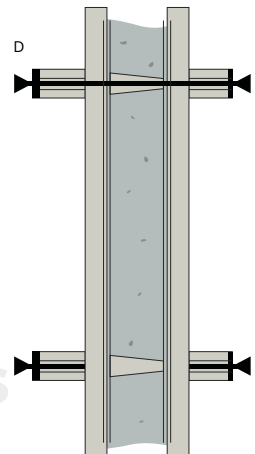
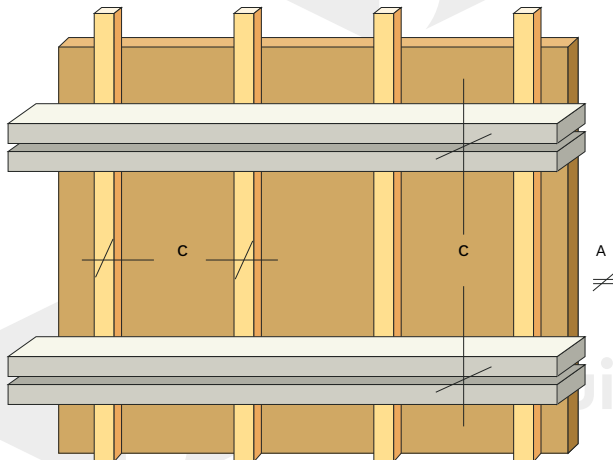
- Vooraf aan het aanstorten altijd het aanstortvlak van het eerder gestorte beton ruw, schoon en vochtig maken.
- Pas op bij de kruising van injectieslangen (potentiële lekkage).

### Bekistingsdruk

#### Sterkte bekisting

Voor het vormen van in het werk gestorte, verticale bouwdelen is bekisting nodig. Deze bekisting kan bestaan uit rechte of gebogen delen en de vorm is contra aan de te maken betonconstructie.

*Rekenvoorbeeld  
sterkte ontwikkeling.*



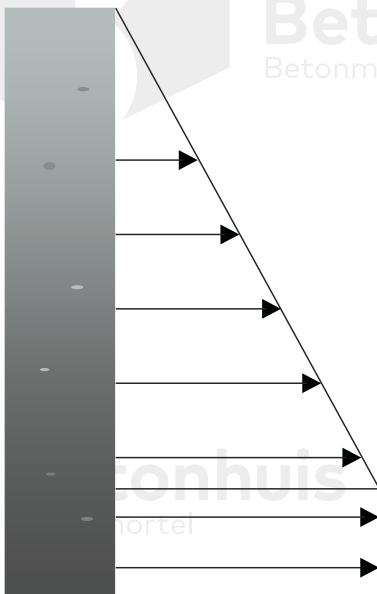
- A) Plaatdikte
- B) Regelaafstanden
- C) Gordingen
- D) Centerpennen/conussen

### Toelichting rekenvoorbeeld sterkte ontwikkeling

De globale opbouw bestaat uit plaatmateriaal (in contact met het beton), regels achter het plaatmateriaal en gordingen achter de regels. Systeembekisting heeft meestal een raamwerk waar het plaatmateriaal (paneel) in valt. Om de panelen te koppelen, worden klemmen gebruikt. Gordingen lopen door achter twee of meer panelen. Stalen bekisting werkt met staalplaat, U-profielen en liggers. De structuren zijn vergelijkbaar. De plaatdikte A, regelafstanden B en het aantal gordingen C zijn te variëren. Elke maat is mede bepalend voor de sterkte van de bekisting. Bekistingsdelen, zoals bij wanden, worden gekoppeld door centerpennen en conussen D.

De constructeur van bekistingen bepaalt de afmetingen van de diverse onderdelen en afstanden van die onderdelen. Daaruit volgt de maximaal toelaatbare betondruk.

*Schema betondruk en stijgsnelheid.*



Voor een betonconstructie met een bepaalde hoogte kan dit betekenen dat de betonmortel onderin al opstijft terwijl er bovenin nog wordt gestort. Er is dus een duidelijke relatie tussen betondruk en stijgsnelheid waarmee de bekisting wordt gevuld.

#### Rekenvoorbeeld

Zeer plastische betonmortel:	horizontale betonmorteldruk = hydrostatische druk
Volumegewicht van beton:	24 kN/m <sup>3</sup>
Hoogte te storten bouwdeel:	3000 mm
Maximaal op tredende betonmorteldruk:	$24 \times 3 \text{ m} = 72 \text{ kN/m}^2$

#### Opstijven en verharding

Betonmortel moet binnen ongeveer twee uur na het vullen van de truckmixer zijn verwerkt. Als een langere verwerkingstijd gewenst is, kan een vertragende hulpstof worden toegevoegd. Na het verdichten, en bij grote betonconstructies eventueel na-verdichten, begint het opstijven en het verharden van het beton. Het niet-bekiste oppervlak wordt met de rei of spaan afgewerkt. Dit oppervlak moet ook worden nabehandeld.



## Doorstempelen

In het algemeen dienen te storten vrijdragende vloeren onderstempeld te worden zodanig dat het eigen gewicht en stortbelasting van de te vervaardigen vloer door twee of drie onderliggende vloeren gedragen kan worden. Het juiste aantal zal door middel van berekening moeten worden bepaald.

Het tijdstip van verwijderen resp. herstempelen wordt bepaald door de sterkteontwikkeling van de betonnen druklaag, het aantal verdiepingen vloeren, dat boven de beschouwde vloer gestort gaat worden en de cyclus waarin dat plaats zal vinden. Het is dus belangrijk om met de constructeur van het project te overleggen.

## Herstempelen

Ter voorkoming van overbelasting op stempels en onderliggende vloeren wordt herstempeling toegepast. Dat wordt bereikt door de stempels te laten schrikken (lossen en weer aan te draaien). Hierdoor wordt de onderliggende vloer ontlast van het eigen gewicht van de bovenvloer en kan vervolgens weer bijdragen aan het ondersteunen van de te storten bovenvloer. Bij dit herstempelen van vloeren worden veelal de randstempels nabij de betonwanden verwijderd, omdat de beton wanden in staat zijn deze randbelasting op te nemen.

## Tijdstip van herstempelen (ontkisten)

Het moment waarop de vloer voldoende sterkte heeft ontwikkeld om zijn eigen gewicht te dragen wordt bepaald door de sterkteontwikkeling van het beton van de betreffende vloer.

Volgens NEN 8670 wordt voor het ontkisten van dragende delen een minimale sterkte van 14 N/mm<sup>2</sup> vereist, dit dient door de constructeur bepaald te worden. De ontwikkelde betondruksterkte kan aan de hand van de methode 'gewogen rijpheid' volgens NEN 5970 worden bepaald.

Sterkteklasse	
Sterkte-klasse	Gemiddelde kubusdruksterkte $f'_{cm, kub, n}$ (N/mm <sup>2</sup> )
C 12/15	15
C 20/25	25
C 25/30	30
C 30/37	35
C 35/45	40
C 45/55	47
C 55/67	56

Indien geen controleberekeningen worden uitgevoerd dienen bij het ontkisten de vereiste minimale kubusdruksterkten volgens tabel 6 NEN 8670 (VBU) toegepast te worden.

#### Toelichting voorbeeld

In dit voorbeeld is uitgegaan van een cyclus van 7 kalenderdagen.

Aangehouden is een arbitraire sterkteontwikkeling van de druklaag:

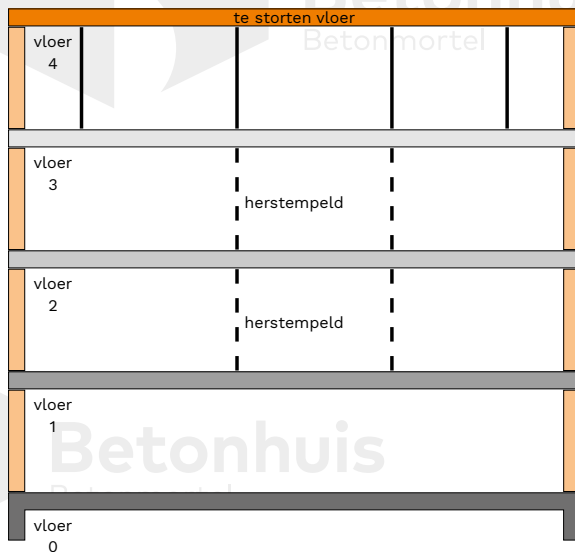
Vloer 4: te storten

Vloer 3: 7 dagen oud, 70% van de eindsterkte

Vloer 2: 14 dagen oud, 90% van de eindsterkte

Vloer 1: 21 dagen oud, 100% van de eindsterkte

Bovengenoemde waarden zijn afhankelijk van de verhardingsomstandigheden en dienen ter plaatse getoetst te worden.



## Nabehandelen

Nabehandelen is een onmisbaar onderdeel in het verwerken van beton. Het is een noodzaak om beton een verhard en dicht oppervlak te geven en daardoor bij te dragen aan een lange levensduur.

In de norm NEN-EN 13670 worden 4 Verhardingsklassen (nabehandelingsklassen) benoemd. De constructeur bepaalt welke klasse van toepassing is.

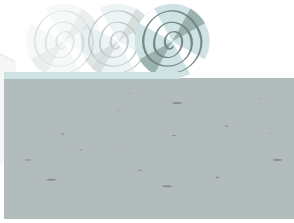
Nabehandelen	
Bescherming tegen	Mogelijke maatregelen
<b>Uitdrogen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Voorkom waterverlies door de betonmortel af te dekken met plastic folie, door de verhardende beton constant nat te houden <sup>1)</sup>, door sproeien of door het aanbrengen van een 'curing compound'</li></ul>
<b>Te grote temperatuurspanningen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Voorkom te snelle temperatuurstijging bij verwarmen</li><li>• Voorkom te snelle afkoeling na het ontkisten in de winter d.m.v. isolatie</li><li>• Voorkom sterke, éézijdige verwarming door zonnestraling of sterke éézijdige afkoeling in de winter</li><li>• Neem bij dikke betonconstructies temperatuurbeheersings maatregelen</li></ul>
<b>Mechanische beschadiging</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bekisting lang genoeg laten staan</li><li>• Niet trillen vlak bij zeer jong (verdicht en afgewerkt) beton</li><li>• Bescherm het oppervlak minimaal 1 dag tegen regen</li></ul>
<b>Vorstschade</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• isoleer zeer jong beton tot een sterkte van tenminste 5 N/mm<sup>2</sup> is bereikt</li></ul>
<b>Vervuilen en verkleuren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bescherm betonvlakken, waarboven of waarlangs gewerkt wordt, beschermen met folie of dekzeilen</li></ul>

<sup>1)</sup> Voorkom een groot temperatuurverschil tussen de verhardende vloer en het sproeiwater!

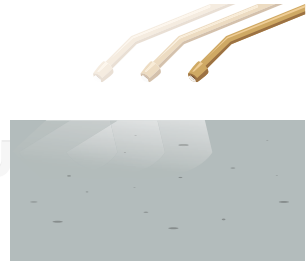




*Bepaal vooraf de methode en duur van nabehandelen.*



*Leg matten of folies met voldoende overlapping. Verzwaar de randen als het waait. Denk om voldoende materiaal bij de randen.*



*Curing compound altijd gelijkmatig verdelen en zo nodig twee keer aanbrengen.*

## Nabehandelen van beton

### Aandachtspunten

- Bepaal vooraf de methode en duur van nabehandelen. Beter te lang dan te kort!
- De beste nabehandeling is om de bekisting te laten staan.
- Leg matten of folies met voldoende overlapping. Verzwaar de randen als het waait. Denk aan voldoende materiaal bij de randen.
- Curing compound altijd gelijkmatig opbrengen en zo nodig twee keer aanbrengen (zie voorschrift leverancier).
- Wordt op het beton een verf- of deklaag aangebracht, gebruik dan een speciale curing compound.
- Start het nabehandelen met water pas nadat het beton is opgesteven. Zorg ervoor dat het beton gedurende de gehele periode van nabehandelen nat blijft.



Poster

### Nabehandelen van beton

Vraag aan bij uw betoncentrale, aangesloten bij Betonhuis Betonmortel.

## Rekenvoorbeelden nabehandelen

### Voorbeeld 1

#### *Voorgeschreven verhardingsklasse 3*

Beton C20/25, milieuklasse XC2 voor een kelderwand. Uit geschiktheidsonderzoek blijkt dat de kubusdruksterkte van het toegepaste mengsel na 2 dagen 13 N/mm<sup>2</sup> en na 28 dagen 41 N/mm<sup>2</sup> bedraagt.  $f_{cm 2} / f_{cm 28} = 0,32$  (gemiddeld).

Gemiddelde etmaaltemperatuur 17 °C.

Aantal dagen nabehandelen volgens tabel: 4 dagen.

Bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 9 °C wordt dit echter 9 dagen.

### Voorbeeld 2

#### *Voorgeschreven verhardingsklasse 2*

Beton C20/25, milieuklasse XC1 uitgevoerd in warme gietbouw.

Men mag de volgende dag ontkisten als het beton een druksterkte van 14 N/mm<sup>2</sup> heeft bereikt.

Dan wordt voor het nabehandelen altijd voldaan aan de sterkte-eis van 50% van de voorgeschreven sterkteklasse, in dit geval is dat 35% van 25 N/mm<sup>2</sup> = 9 N/mm<sup>2</sup>.

Na het ontkisten is geen nabehandeling meer nodig.

### Voorbeeld 3

#### *Voorgeschreven verhardingsklasse 4*

Beton C45/55, milieuklasse XD3 voor de landhoofden van een viaduct. Uit geschiktheidsonderzoek blijkt dat de kubusdruksterkte van het toegepaste mengsel na 2 dagen van 35 N/mm<sup>2</sup> en na 28 dagen van 68 N/mm<sup>2</sup> bedraagt.

$f_{cm 2} / f_{cm 28} = 0,51$  (snel).

Gemiddelde etmaaltemperatuur 16 °C.

Aantal dagen nabehandelen: 5.

Bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 7 °C wordt dit echter 9 dagen.

Zie ook Betoniek 16/22 (nov. 2017).

## Keuringsplan

In feite is controle geen apart onderdeel, maar een doorlopende activiteit gedurende het gehele proces. Controles dienen uitgevoerd te worden aan de hand van een keuringsplan. Hierin wordt vastgelegd welke risico-volle werkzaamheden aan een controle onderworpen worden. Controle kan daarmee helpen om faalkosten te voorkomen. Een keuringsplan wordt per bouwwerk of bouwdeel afgestemd op de aard en moeilijkheid van het werk.

Hieronder staat een basis voor een keuringsplan.

### Storten en verwerken van beton

De volgende keuringsresultaten moeten worden verzameld:

- Afleveringsbonnen van de mixers van de betonmortelcentrale
- Gekozen betonsamenstelling en de overeengekomen gebruikseisen
- Consistentie aangevoerde betonmortel
- Uitdraai rijpheidsmeting
- Eventueel resultaten controle proefkubussen

### Nabehandeling en nazorg beton

De nadere controles en keuringen die samen met de opdrachtgever/bouwdirectie moeten worden uitgevoerd, kunnen zijn:

- Sterkteontwikkeling
- Maatnauwkeurigheid
- Dekking
- Afdekking, isolatie
- Scheurvorming
- Gereed product op esthetische kwaliteit
- Wijze van repareren

Herhalingskeuringen (steekproefsgewijs) afhankelijk van productieomvang en complexiteit.

## Toleranties voor betonoppervlakken

### Projectspecificatie betonoppervlak

Aan betonoppervlakken die worden afgewerkt of in het zicht blijven, worden eisen gesteld aan het uiterlijk. Deze eisen, zoals oneffenheden aan het oppervlak, kleur of structuur, moeten vooraf worden gespecificeerd, zodat hiermee in de voorbereiding en de keuze van de bekisting rekening wordt gehouden. De ontkiste en gestorte zijden dienen te voldoen aan de betreffende beoordelingscriteria. Om toleranties te beschrijven, worden de oppervlakken in drie klassen verdeeld:

#### Klasse A

Standaardklasse, (Tabel 10 NEN 8670), repareren van onvolkomenheden is toegestaan.

#### Klasse B

Bijzondere esthetische eisen die in de projectspecificatie zijn aangegeven (zie ook schoon beton).

#### Klasse C

Geen esthetische eisen.



**Betonhuis**  
Betonmortel

**NEN 8670 Tabel 10 – Klasse A betonoppervlak (standaardklasse)**

Onderwerp	Eisen
<b>Bekisting</b>	
• Structuur	Eén soort plaatmateriaal
• Paneelpatroon/ plaatpatroon	Geen bijzondere eisen <sup>a)</sup>
• Plaatnaden <sup>b)</sup>	$\leq 2$ mm
• Elementnaden <sup>c)</sup>	$\leq 3$ mm
• Bramen bij de naden	$\leq 3$ mm
• Plaatselijke doorbuiging	$\leq 1$ mm <sup>d)</sup>
• Plaatselijke afwijking	$\leq 2$ mm <sup>d)</sup>
• Vlakheid van grote oppervlakken	$\leq 7$ mm <sup>e)</sup>
• Hoeken	Vellingkant toepassen <sup>f)</sup>
<b>Betonoppervlak</b>	
• Kleur	Geen bijzondere eisen
• Luchtbellen plaatselijk	Max. 50 mm <sup>2</sup> /dm <sup>2</sup> <sup>g)</sup>
• Luchtbellen totaal	Max. 1500 mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> <sup>g)</sup>
• Zandstrepen	Geen bijzondere eisen <sup>g)</sup>
<b>Betonverwerking</b>	
• Stortonderbrekingen	Geen bijzondere eisen
<b>Onvolkomenheden</b>	
• Aftekening wapeningspatroon	Geen esthetische eisen
• Aftekening stophout	Geen esthetische eisen op gemarkeerde plaatsen
• Aftekening afstandhouders	Geen esthetische eisen
• Aftekening reparaties	Geen esthetische eisen

- a) Eisen aan plaat- en centerpenpatroon kunnen kostenverhogend werken.  
b) Naad tussen twee bekistingplaten.  
c) Naad tussen twee bekistingsschotten.  
d) Gemeten met rei van 400 mm.  
e) Gemeten met rei van 2000 mm.  
f) Kan lekwater in de hoeken voorkomen.  
g) Onvolkomenheden kunnen gerepareerd worden.





Poster

### Scheurvorming in beton

Vraag aan bij uw betoncentrale, aangesloten bij Betonhuis Betonmortel.

## Voorkomen van scheurvorming

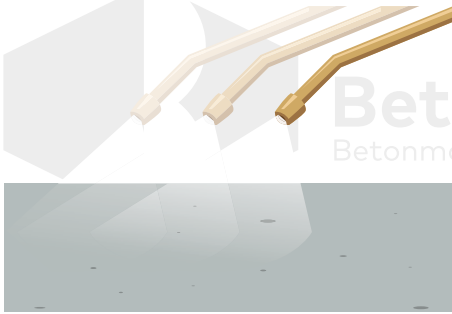
### Scheuren in beton

Pas gestorte betonmortel wordt, vanaf het moment van aanvang binding, wel omschreven als jong beton. In deze fase kunnen al scheuren in het beton ontstaan.

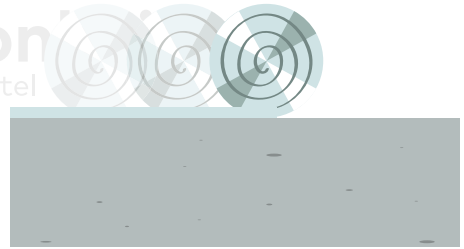
Hieronder staan drie soorten scheurvorming, de oorzaak ervan en de maatregelen om dit zoveel mogelijk te voorkomen.

Plastische krimp-scheuren	
Oorzaak	Voorkomen
Plastische krimp-scheuren ontstaan door te snelle verdamping van water aan de oppervlakte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorkomen door een goede nabehandeling met curing compound of het beton nathouden en afdekken met speciale folie</li> </ul>
Thermische krimp-scheuren	
Oorzaak	Voorkomen
Thermische krimp-scheuren ontstaan door een hogere temperatuur van het beton bij een lagere buitentemperatuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breng isolatie aan</li> <li>• Wacht zo lang mogelijk met het weghalen van de bekisting</li> <li>• Zo vroeg mogelijk krimpvoegen zagen</li> </ul>
Zettingscheuren	
Oorzaak	Voorkomen
Zettingscheuren ontstaan door inklinken van betonmortel in hoge wanden en kolommen. In vloeren zijn ze herkenbaar aan het patroon van de wapening	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stort constructie met grote hoogten in meerdere lagen</li> <li>• De bovenste laag tot een uur na het storten 'na-verdichten'</li> <li>• Zorg voor gelijkmatige verdichting</li> </ul>

### Plastische krimpseuren

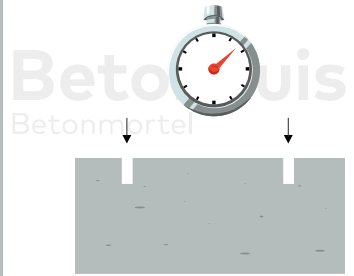
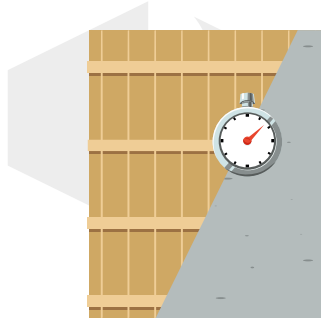
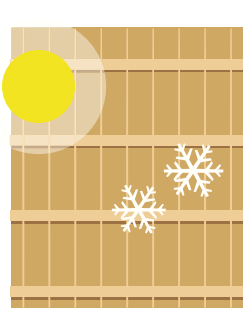


Voorkomen door een goede nabehandeling met curing compound.



Voorkomen door het beton nat te houden en af te dekken met speciale folie.

### Thermische krimpseuren



Beperk temperatuurverschillen door het aanbrengen van isolatie.

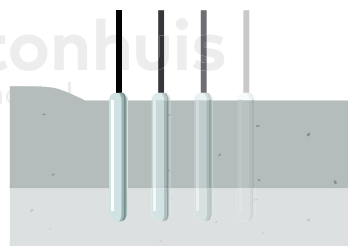
Wacht zo lang mogelijk met het weghalen van de bekisting.

Op een zo vroeg mogelijk tijdstip krimpvoegen zagen.

### Zettingsseuren



Stort constructies met grote hoogten in lagen, ca. 50 cm per laag.



De bovenste laag tot een uur na het storten 'na-verdichten'.





# 05

## Aandachtspunten voor verschillende bouwsectoren

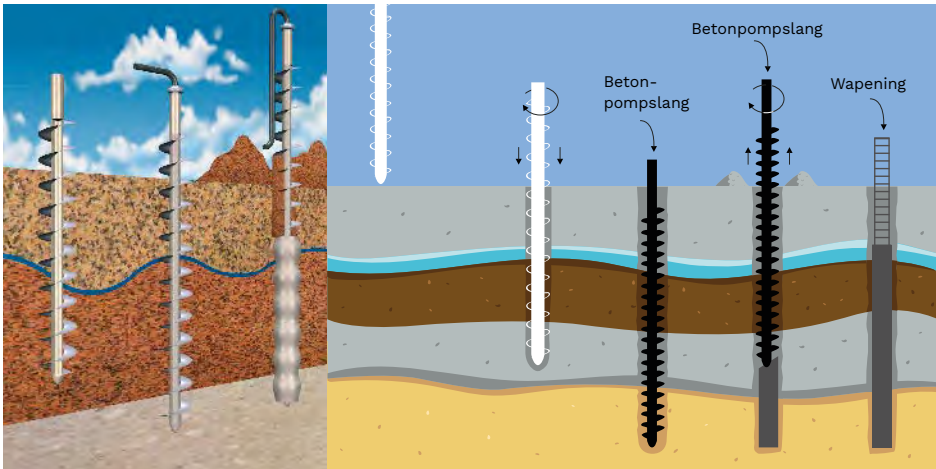
- 82 **Woning- & utiliteitsbouw**
- 85 **Verwerkingsadvies betonmortel  
voor monolietvloeren**
- 85 **Civiele bouw**
- 88 **Wegenbouw**
- 90 **Agrarische bouw**

## Woning- en utiliteitsbouw

### In de grond gevormde palen

Veel gebieden in Nederland hebben een slappe bodem en daarom zijn er palen nodig om woningen en utiliteitsgebouwen te funderen. Eén van de mogelijkheden is schroefpalen met avegaar of boorpaal. Bij dit trillingsarme systeem wordt de bodem nauwelijks verstoord. Mortelschroefpalen, avegaarpalen of schroefboorpalen zijn namen die worden gebruikt voor hetzelfde typen palen. Bij dit type wordt grond met behulp van een avegaar verwijderd en wordt er gelijktijdig betonmortel gestort.

*Mortelschroefpalen, avegaarpalen en schroefboorpalen worden gebruikt voor hetzelfde type palen.*



De avegaar bestaat uit een holle as (diameter van 60 tot 100 mm) met daaromheen een doorgaand schroefblad. De avegaar wordt, met aan de onderzijde voorzien van een losse afdichting, in de grond geschroefd. Bij het omhooghalen van de avegaar wordt gelijktijdig betonmortel door de holle buis de grond in gepompt. Gedurende het proces wordt het gehele systeem onder een continue speciedruk gehouden. Direct na het vervaardigen van de paalschacht wordt de wapening in de verse beton aangebracht (ingetrild).

De betonmortel wordt met enige druk verpompt om de ruimte bij het 'terugboren' voldoende te vullen. Na het volledig vullen van de paalschacht wordt een wapeningsnet ingebracht.

De samenstelling en consistentie van de betonmortel wordt hierop afgestemd.

Alternatieve systemen zijn de buisschroefpaal of de verbuisde schroefpaal en de hsp-paal.

### **Warme of koude gietbouw**

Voor een bouwmethode met een korte cyclustijd voor betonverharding is een snelle sterkteontwikkeling vereist. Voor tunnelgietbouw is dit ca. 16 uur tussen storten en ontkisten. De ontkistingsdruksterkte is bepaald door de constructeur, veelal tussen 14 tot 20 N/mm<sup>2</sup>. Om dit te bereiken, kan de betonmortel via de stalen bekisting worden verwarmd om het verhardingsproces te versnellen. De andere manier is om door uitgekiende samenstelling, keuze van cement en goed isoleren van de bekisting, de warmteontwikkeling in het beton te bevorderen en vast te houden. Kenmerken zie pag. 20.



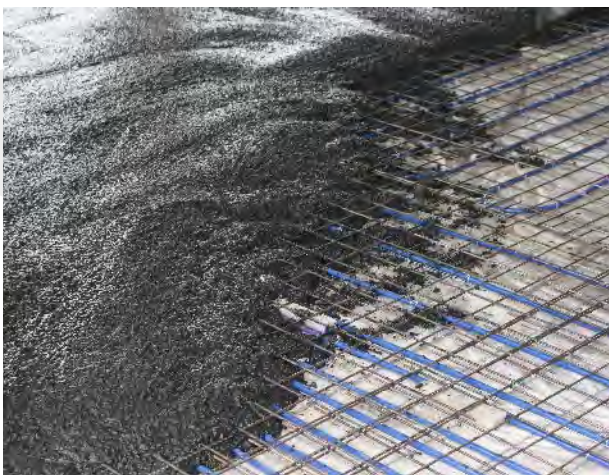
### **Druklaag breedplaatvloeren**

Breedplaatvloeren zijn een combinatie van een constructieve prefab schil en een in het werk gestorte druklaag. De gestorte druklaag moet volledig hechten aan de prefab breedplaatvloer en alle leidingen met betonmortel kunnen omhullen.

Voor de verantwoorde plaats en hoeveelheid leidingen op de breedplaatvloer is een richtlijn beschikbaar, zie: <http://breedplaatinfo.nl/documenten/richtlijnen-v7-leidingen-in-breedplaatvloeren-v7.pdf>

In de werkvoorbereiding dient te worden vastgesteld wat de maximale korreldiameter en de gewenste consistentieklasse is.

De hechting van betonmortel kan gehinderd worden door uitzonderlijke weersomstandigheden. Als de temperatuur van de breedplaatvloer lager is dan 5 °C of zelfs onder het vriespunt dan wordt de binding van de mortel met de breedplaat belemmerd of komt niet tot stand. Bij (langdurig) warm en droog weer moet de breedplaatvloer voor het storten bevochtigd worden. Anders zal de droge, verharde breedplaat te veel vocht uit het verse beton opnemen waardoor de hechting wordt gehinderd.



### **Monoliet afgewerkte vloeren**

Veel bedrijfsgebouwen worden uitgevoerd met een monoliet afgewerkte betonvloer. Een correct ontworpen en aangelegde betonvloer heeft een lange levensduur en een hoog gebruiksgemak.

Monolietvloeren kunnen worden ontworpen met of zonder gezaagde krimpvoegen. Constructief kan de vloer worden ontworpen als ongewapend, traditioneel, voorgespannen of vezelgewapend. Elk ontwerp stelt ook eisen aan de betonsamenstelling.



Aan een monoliet afgewerkte vloer worden zowel op esthetisch als constructief vlak hoge eisen gesteld. Voor het gewenste en verwachte eindresultaat moeten ontwerp, voorbereiding, betonmortel, verwerking, afwerking en nabehandeling op elkaar zijn afgestemd. Daarbij moet kritisch worden gekeken naar de werk- en weersomstandigheden.

Als hulpmiddel is een op monolietvloeren gericht verwerkingsadvies beschikbaar.

## Verwerkingsadvies betonmortel voor monolietvloeren

### Aandachtspunten bij het constructief ontwerp en locatie

Dit advies bevat:

- Berekening van vloerdikte en wapening
- Voorbereiding van de stort
- Afstemming betonmortelsamenstelling
- 1ste Nabehandeling
- Afwerken
- Nabehandeling na afwerking



Een uitgewerkt advies op alle benoemde onderdelen vindt u op [betonhuis.nl](http://betonhuis.nl).

Voor het gehele advies zie [betonhuis.nl](http://betonhuis.nl)

## Civiele bouw

### In de grond gevormde constructies

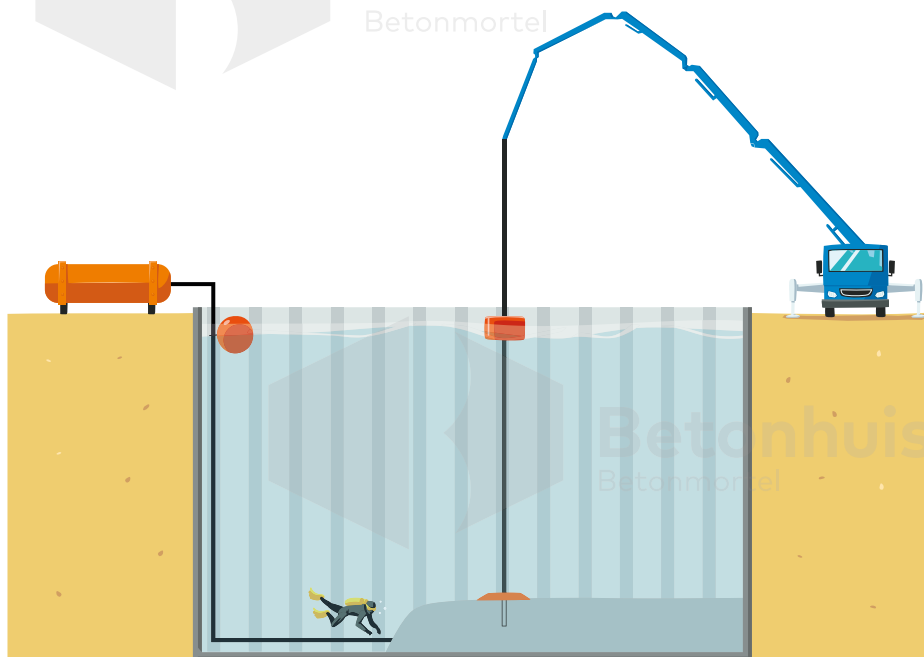
Voor fundaties van civiele constructies wordt betonmortel onder meer gebruikt in casing- en combinatiepalen en voor diepwanden. Met name voor diepwanden is veel aandacht voor de betonsamenstelling, in relatie tot de uitvoeringsrisico's. De betonmortel moet voldoende samenhang hebben bij het storten op grote diepte en bij de verdringing van de steunvloeistof.

*Een hulpmiddel bij het overleg tussen opdrachtgever, constructeur, uitvoering en betonmortelleveranciers is de Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations.*



### Onderwaterbeton

In een aantal civiele werken wordt onderwaterbeton toegepast. Veelal betreft dit een stort van grote omvang waarvoor een goede planning en logistiek noodzakelijk zijn.



De sterkteklasse van onderwaterbeton wordt bepaald door de constructeur. De samenstelling van de betonmortel moet bestand zijn tegen uitspoeling. Voor het aanbrengen wordt een hop-dobber of andere stortmethode gebruikt. Het gehele vloerpakket wordt zonder naden of stortonderbreking aangebracht.



Meer informatie over onder-  
waterbeton is te vinden  
in **CUR-Aanbeveling 77 en  
Betoniek 16/23** (feb. 2018).

Belangrijke verwerkingseisen zijn:

- Verdichtingsarm, bij voorbeeld in consistentieklasse F5 of SF1.
- Goede vloeï-eigenschappen.
- Goede stabiliteit van de betonsamenstelling.
- Voldoende behoud van verwerkbaarheid in relatie tot de raailengten waarin wordt gestort.

### **Schoonbeton**

Schoonbeton is geen prestatie-eis maar een uiterlijke kwaliteit. Om deze kwaliteit te realiseren, is een inspanning van alle betrokken partijen nodig. In CUR-Aanbeveling 100 wordt aanbevolen een Coördinator Schoonbeton aan te stellen om de inspanningen en belangen van alle partijen op elkaar af te stemmen. Het uiterlijk van schoonbeton wordt bepaald door de vormgeving, het bekistingsoppervlak, de betonmortel, de verwerking en de nabehandeling.

Betonmortel moet voldoen aan de normen en door de constructeur bepaalde prestaties. Verder kan een grijs tint of kleur worden afgesproken. Voor de dichtheid van het oppervlak wordt een minimale hoeveelheid fijne grondstoffen aanbevolen.



Dichtheid wordt ook beïnvloed door gecontroleerde verdichting en nabehandeling. Aanbevolen wordt om vooraf een monster van voldoende afmeting of zelfs een mock-up te maken. Het resultaat na enkele weken verharding geeft een goede indicatie van het resultaat in de praktijk.



Zie ook:

**CUR-Aanbeveling 100 Model  
werkplan Schoonbeton op  
betonhuis.nl**

### **Wegenbouw**

In de infrasector wordt beton toegepast voor fietspaden, rotondes, wegen en diverse lijnvormige elementen. Dit zijn constructies met een lange levensduur en lage kosten in onderhoud. Dit zorgt ook voor een grote beschikbaarheid gedurende de levenscyclus van de betonverharding.

De betonsamenstelling wordt afgestemd op de prestatie-eisen, waaronder de sterkteklasse en milieuklassen. Beton in deze toepassing staat altijd bloot aan vorst en wordt belast met strooizouten. Om vorstschade aan het beton te voorkomen, bestaat het bindmiddel minimaal voor 50% uit cementklinker.

Vorstschade ontstaat door bevrozing van in de gelporiën opgesloten en aan de oppervlakte ingedrongen water. Water dat bevroert, krijgt een groter volume. Met name het opgesloten water heeft geen ruimte om uit te zetten en drukt op het omliggend betonstuk.



## Betonmortel

Toepassing van een luchtbelvormer zorgt voor minuscule luchtbellen in de omgeving van het opgesloten water waardoor er expansieruimte is en er geen of veel minder schade ontstaat.



Informatie over beton voor duurzame betonverhardingen staat op het **Kennisportaal Betoninfra**, [betoninfra.nl](http://betoninfra.nl)

Met zogenaamde 'paver' uitgevoerde verhardingen vragen om een 'groene' sterkte van beton. Dit houdt in dat het verdichte beton direct vormvast is. Het is dan nog niet verhard en kwetsbaar voor beschadigingen. Voor voldoende stroefheid van berijdbare oppervlakken wordt het beton afgewerkt met een bezemstreek, een sleepprofiel van jute of een printrol. Vluchtheuvels, rammelstroken en voetpaden kunnen worden afgewerkt als printbeton met een patroon, in overleg met uitvoering.

## Agrarische bouw

Beton voor agrarische toepassingen onderscheidt zich in principe niet van ander bouwwerken. Alle gangbare normen zijn ook hier van toepassing. Kenmerkend is wel de veelal beperkte constructieve belasting en het hoge risico op aantasting van beton door dierlijke mest en voeropslag.



Voor betonsamenstellingen in de milieuklassen XA2 en XA3 zijn, vanuit de norm, hoge gehalten aan bindmiddel verplicht. Dit leidt tot hoge druksterkten na volledige verharding. Als deze constructies worden ontworpen in een sterkteklasse C20/25 met een minimale hoeveelheid wapening ontstaat er risico op scheurvorming. De treksterkte van het verhard beton is groter dan de geringe hoeveelheid wapening aan kan. De constructeur dient met de betonmortelleverancier te overleggen wat de verwachte druksterkte na 28 dagen zal zijn en moet daarop zijn wapeningspercentage afstemmen.





# 06

## KAM

94 Veiligheid, gezondheid en milieu VGM



## Veiligheid, gezondheid en milieu VGM

Leden van Betonhuis sector Betonmortel dragen zorg voor de eigen werknemers en productie en willen bijdragen aan veiligheid in de hele keten.

### Veilige productie van betonmortel

Betonmortel wordt geproduceerd in een betonmortelcentrale. Leden van Betonhuis willen de werknemers een veilige werkomgeving bieden. Betonhuis ondersteunt het bedrijfsveiligheidsbeleid met een branche RI&E en ook met een serie posters waarin gewezen wordt op diverse risico's om deze te voorkomen.



### Veilig leveren en lossen van betonmortel

Voor de afstemming over veilig afleveren en lossen van betonmortel is een infoblad gemaakt.

Daarbij hoort een puntenlijst voor een last minute risicoanalyse.

Veiligheid op de bouwplaats is een gezamenlijke verantwoordelijkheid onder regie van de hoofdaannemer. Truckmixerchauffeurs en pompmixerchauffeurs kennen de instructies van hun werkgever. De uitvoering dient zorg te dragen voor veilige omstandigheden in aan- en afrijroutes, opstelplaats en eventuele ruimte voor afstempeling.

**Betonhuis**

**informatieblad**

### Veilig betonmortel lossen op de bouwplaats

**Veilig betonmortel lossen vraagt verantwoordelijkheid en aandacht.** Denk bij het lossen van de menging rekening te houden met de volgende punten, en alle stappen in de "veiligheidscheck" aandachtig aan het hoofd te nemen.

**Veiligheidscheck**

**A** **Werkzaamheden**  
 Truckmixer en pompmixer zijn een gevaarlijk werktuig. Het is belangrijk dat de chauffeurs van deze machines op de bouwplaats worden begeleid door een ervaren persoon.

**B** **Beveiliging van de werkbodem**  
 Het is belangrijk dat de werkbodem voldoende wordt beschermd en dat er geen obstakels zijn op de werkbodem. Het is belangrijk dat de werkbodem voldoende wordt beschermd met voldoende veiligheidswaarschuwingen voor veilig lossen betonmortel.

**C** **Werkzaamheden bij het lossen**  
 Het is belangrijk dat de chauffeurs van de truckmixer en pompmixer voldoende informatie krijgen over de werkbodem en de werkbodem. Het is belangrijk dat de chauffeurs van de truckmixer en pompmixer voldoende informatie krijgen over de werkbodem en de werkbodem.

**Betonhuis**

### Losplaats veiligheidscheck

Zorg dat je in de veiligheidscheck goed en heel door de Chauffeur de Checklist, met betrekking tot de werkbodem, volgt.

**Veiligheid 5. Checklist afvullen**

• Aanpakken veilig lossen?	Ja/ Nee
• De werkbodem voldoende beschermd?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee

**Waag eventueel hulp/begleiding bij het afvullen van de Checklist**

**Werkzaamheden bij het lossen**

• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee

**Werkzaamheden bij het lossen**

• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee
• In de rijroute van beton, geen obstakels?	Ja/ Nee

**Zodra je een vraag met het bevoegd gezag hebt, neem dan contact op met de dagplanning**

## Veilig verwerken van betonmortel

Voor de veilige verwerking van betonmortel stellen alle leden een Veiligheidsinformatieblad beschikbaar. Hier in staat welke beschermingsmiddelen de verwerker dient te gebruiken en alle relevante informatie over de gebruikte grondstoffen.

**Veiligheidsinformatie betonmortel**

Wanneer u een veiligheidsinformatieblad gebruikt, moet u de volgende informatie over de gebruikte grondstoffen.

**1. Identificatie van de stof of de menging**

**2. Gevaar**

**3. Samenstelling van de stof of de menging**

Stof	Gebruik	Gevoeligheden	Gevoeligheden	Gevoeligheden
Water	Water	Water	Water	Water
...	...	...	...	...

**4. Aanpak van de stof of de menging**

**5. Beschermingsmiddelen**

**6. Overige informatie**

**Veiligheidsinformatie betonmortel**

Wanneer u een veiligheidsinformatieblad gebruikt, moet u de volgende informatie over de gebruikte grondstoffen.

**1. Identificatie van de stof of de menging**

**2. Gevaar**

**3. Samenstelling van de stof of de menging**

Stof	Gebruik	Gevoeligheden	Gevoeligheden	Gevoeligheden
Water	Water	Water	Water	Water
...	...	...	...	...

**4. Aanpak van de stof of de menging**

**5. Beschermingsmiddelen**

**6. Overige informatie**





# 07

## Werken in de betonindustrie

98 Opleidingsniveau en functies

99 Nuttige adressen

100 Bedrijven

## Opleidingsniveau en functies

De keten voor het leveren van betonmortel bestaat globaal uit:

- Ingangscntrole van alle grondstoffen
- Voorlichting en ondersteuning bij de keuze van het juiste product of samenstelling
- Planning
- Productie
- Transport
- Nazorg en administratie

Voor al deze onderdelen worden werknemers in gezet. Vooral mensen met een technische achtergrond kunnen zich ontwikkelen in de functies en niveaus:

### VMBO

- Productiemedewerker
- Truckmixerchauffeur

### MBO

- Laboratorium medewerker
- Planner

### HBO

- Operator Betoncentrale
- Technisch commercieel adviseur
- Betontechnoloog

Betonhuis  
Betonmortel

Betonhuis  
Betonmortel

## Nuttige adressen

### Scholing

- Betonvereniging  
[www.betonvereniging.nl](http://www.betonvereniging.nl)
- Civilion  
[www.civilion.nl](http://www.civilion.nl)

Betonhuis  
Betonmortel

### Verwante sectoren

Toeslagmaterialen

- Cascade  
[www.cascade-zandgrind.nl](http://www.cascade-zandgrind.nl)
- NVLB  
[www.nvlb.nl](http://www.nvlb.nl)

Betongranulaat

- BRBS  
[www.brbs.nl](http://www.brbs.nl)

Hulpstoffen

- VHB  
[www.vhb-hulpstoffen.nl](http://www.vhb-hulpstoffen.nl)



Betonhuis  
Betonmortel

Betonpompen

- BBB  
[www.betonpompbedrijven.nl](http://www.betonpompbedrijven.nl)

Bekisting

- VSB  
[www.vsbnetwerk.nl/secties/betonbekistingbedrijven](http://www.vsbnetwerk.nl/secties/betonbekistingbedrijven)

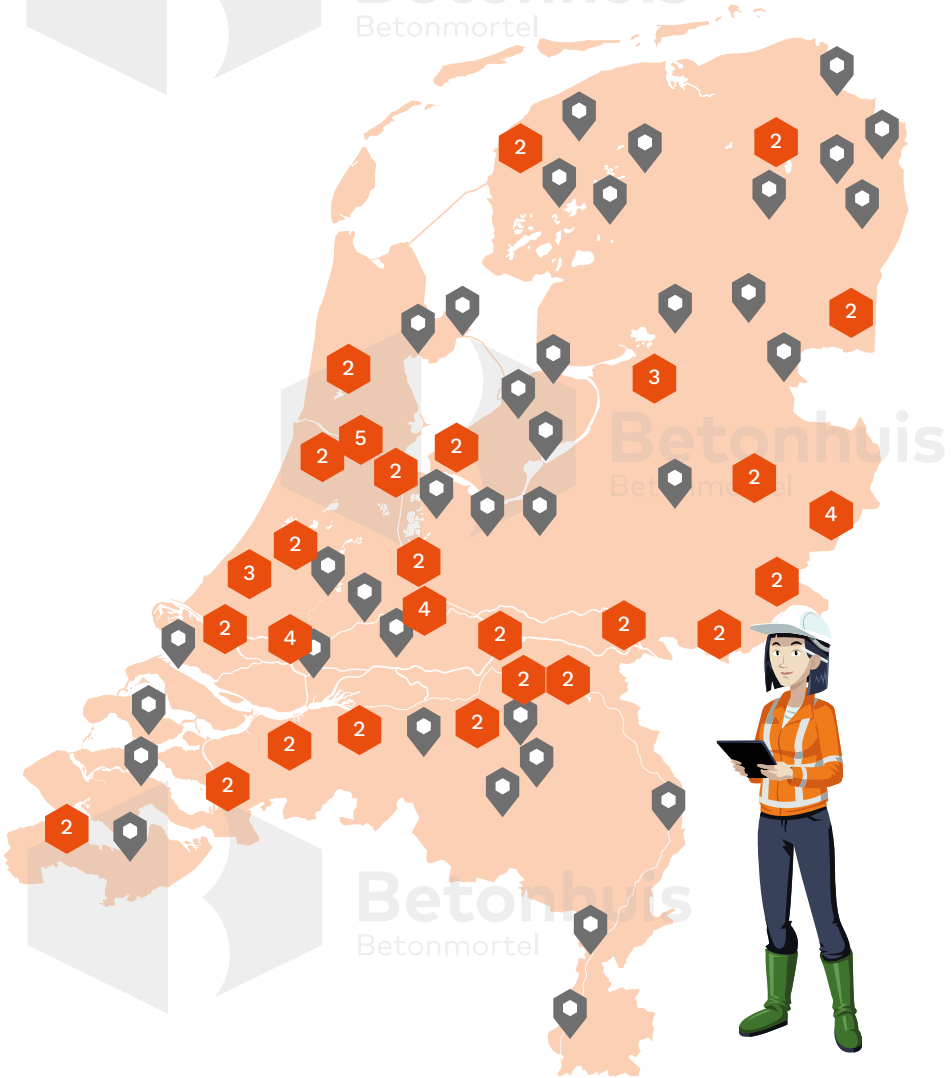
### Kennis en studie

- CROW  
[www.crow.nl](http://www.crow.nl)
- Stutech  
[www.stutech.nl](http://www.stutech.nl)
- Stubeco  
[www.stubeco.nl](http://www.stubeco.nl)

Betonhuis  
Betonmortel

## Bedrijven

De bij Betonhuis aangesloten betoncentrales zijn te vinden op [betonhuis.nl](http://betonhuis.nl).



Aangeboden door:

# VTO

**Betonmortelcentrale  
& Betonpompen**

lid van Betonhuis Betonmortel

**VTO Betonmortelcentrale &  
Betonpompen**

Westerhavenweg 14  
4382 NM Vlissingen  
+31 113 612 720



**Betonhuis**

0348 484 400

betonhuis.nl