

## **1           INTRODUCTIE**

Hoofdstuk 1 van deze cursusbeschrijving geeft een algemene inleiding op de stof die in de overige hoofdstukken aan de orde komt. Daarmee kan de cursist zich een beeld vormen van de samenhang van de verschillende hoofdstukken.

In die hoofdstukken zijn sommige delen in een blauw kader geplaatst. Daarmee wordt aangegeven dat de betreffende materie weliswaar interessant is voor wie kennis wil nemen van het vak betontechnologie maar dat het onderdeel niet tot de examenstof behoort van de cursus basiskennis beton technologie.

<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>Pag.</b>
1.1 Beton, wat is dat? .....	1-3
1.2 Beton als proces.....	1-4
1.3 Beton als bouw materiaal. ....	1-5
1.4 Duurzaam bouwen met beton.....	1-5
1.5 Basiskennis beton technologie [ <i>bbt</i> ] .....	1-6
1.5.1 Grondstoffen.....	1-7
1.5.2 Het mengselontwerp.....	1-7
1.5.3 Vervaardigen van betonspecie.....	1-7
1.5.4 Verwerken van betonspecie.....	1-7
1.5.5 Kwaliteitscontrole/statistiek .....	1-8
1.5.6 Regelgeving voor beton.....	1-8
1.6 Samenvatting .....	1-8

## 1.1 Beton, wat is dat?

Wat verstaan we nu eigenlijk onder beton? Het Engelse woord voor beton is 'Concrete'. Dit woord is waarschijnlijk afgeleid van het Latijnse woord 'concretum'. Dit betekent 'dat, wat aan elkaar gegroeid is'. In deze cursus zullen we zien dat deze omschrijving heel kernachtig aangeeft wat 'beton' is. Beton kan worden beschouwd als een kunstmatig versteend product, dat bestaat uit een bindmiddel dat een matrix van toeslagmaterialen opvult en verlijmt.

De officiële definitie voor beton, die ook in deze cursus wordt gehanteerd is: *'een verhard mengsel van cement, grof en fijn toeslagmateriaal en water. Verder kunnen vul- en hulpstoffen zijn toegevoegd'*.

Als beton voor 'huis-, tuin- en keukentoeepassingen' gebruikt men vaak een mengsel van 1 (volume-)deel cement, 2 delen zand en 3 delen grind. Gemengd met (vooral niet te veel!) water ontstaat een stevige grijze brei die na enkele uren begin op te stijven en al na enkele dagen een behoorlijke sterkte heeft.

Als het daarbij zou blijven was deze cursus bijna overbodig. Echter in de praktijk wordt een grote variëteit aan betonsoorten en –kwaliteiten toegepast, waarbij vaak heel specifieke eisen worden gesteld die moeten worden vertaald in materiaaleigenschappen.

Beton wordt als constructiemateriaal toegepast in vrijwel alle denkbare bouwwerken en vervult daarin heel verschillende functies. In funderingen voor woningen, als constructiemateriaal voor bruggen, viaducten en tunnels, in betonklinkers voor verhardingen, in stoepbanden, tegels, enzovoort, enzovoort. Heel verschillende toepassingen waarbij heel verschillende prestaties worden gevraagd onder totaal verschillende omstandigheden. Dit betekent dat de eisen die daarbij aan het materiaal beton worden gesteld sterk uiteenlopen.

We zien dat veel definities voor beton in de eerste plaats kijken naar beton als materiaal: de samenstellende delen, de verlijmende functie van het bindmiddel cement, enzovoort. Toch komt bij het maken van een betonconstructie en de keuze van de geschikte samenstelling veel meer kijken. Het vervaardigen van beton verloopt anders dan bij veel andere bouwmaterialen. Hout, staalprofielen, baksteen, enzovoort worden op het bouwwerk aangevoerd met bepaalde eigenschappen. Beton wordt vaak aangeleverd als halffabriekaat waarbij de uiteindelijke eigenschappen niet alleen worden bepaald door de samenstelling maar ook in hoge mate door de kwaliteit van de verwerking, de nabehandeling en de verhardingsomstandigheden.

Basisbegrippen:

In deze cursus hanteren we een aantal basisbegrippen. Deze zijn uitgewerkt in de onderstaande tabel 1.1. Het belangrijkste is dat we over "specie" spreken in de vloeibare fase van het materiaal. Daarnaast noemen we het mengsel van materialen pas beton als er ook korrels groter dan 4 mm in aanwezig zijn.

*Tabel 1.1 Basisbegrippen*

<b>Materialen</b>	<b>Vloeibare fase</b>	<b>Verharde fase</b>
cement + water	Cementlijm of cementpasta	Cementsteen
cement + water + toeslagmateriaal < 4 mm	Mortelspecie	Mortel
cement + water + toeslagmateriaal > 4 mm	Betonspecie	Beton

## 1.2 Beton als proces

De totstandkoming van een betonconstructie kunnen we beschouwen als een proces. Dit proces begint bij de opdrachtgever. Hij wil een bouwwerk met bepaalde eigenschappen en een bepaalde (minimum) levensduur. Bijna alles is mogelijk. Een viaduct, een tunnel, een kantoorgebouw, een woning of een graf tombe. De opdrachtgever beschrijft zijn eisen vooral in termen van functionaliteit. Hij wil bijvoorbeeld een brug of tunnel van A naar B met een capaciteit voor X auto's met een bepaalde levensduur. Of een kantoor met een bepaald aantal werkplekken en functies.

Met zijn wensen gaat hij naar een ontwerper. Die maakt de wensen van de opdrachtgever 'concreet'. Hij maakt het ontwerp, waarbij hij keuzes maakt voor vorm en afmetingen van de constructie. De ontwerper maakt ook constructieve berekeningen waarbij hij uitgaat van bepaalde mechanische eigenschappen en duurzaamheidseigenschappen van het toe te passen beton. Deze zaken legt hij vast in een projectspecificatie.

De projectspecificatie is een leidraad voor de aannemer. De aannemer moet er voor zorgen dat de betonconstructie de voorgeschreven afmetingen en vorm krijgt en het beton de voorgeschreven mechanische en duurzaamheidseigenschappen. Dit is een belangrijke schakel in het bouwproces. De kwaliteit van de uitvoering heeft grote invloed op de kwaliteit van de gemaakte betonconstructie.

Voor bepaalde constructies, of constructieonderdelen kan de aannemer ervoor kiezen te werken met elders geprefabriceerde betonelementen. In de afweging voor 'in het werk gestort' of 'geprefabriceerd' spelen veel factoren een rol. In het kader van deze opleiding wordt dit niet verder uitgediept. Voor de betontechnoloog is er ook geen principieel verschil of de betonsamenstelling voor een 'externe', dan wel voor een 'interne' afnemer wordt gemaakt.

De opdrachtgever wil een constructie met een bepaalde functie (gebouw, brug, woning) realiseren en laat dit door een ontwerper uitwerken. Ook levensduur en soms ook uiterlijk/kleur behoren tot de functionele eisen.

De ontwerper/constructeur vertaalt de wensen van de opdrachtgever in een constructie met een bepaalde vorm en afmetingen en kiest een bijpassende betonkwaliteit met de benodigde sterkte en duurzaamheid. Dit wordt vastgelegd in een projectspecificatie.

De aannemer (verwerker) maakt het werk op basis van deze specificatie. Dat kan met behulp van geprefabriceerde onderdelen of met in het werk gestort beton. Bij het maken van betonelementen en in het werk vervaardigde betonconstructies spelen de verwerkbaarheid van de betonspecie en de snelheid van de sterkteontwikkeling een belangrijke rol. De aannemer of de betonfabriek zal de eisen vanuit het ontwerp en vanuit de verwerking combineren tot een eisenpakket waaraan de betonsamenstelling moet voldoen.



Bij de keuze voor 'in het werk gestort beton' wordt de betonspecie gebruikelijk betrokken bij een gespecialiseerde betonmortelproducent. Daarbij moet hij niet alleen de uiteindelijk te bereiken eigenschappen van het beton afspreken, maar ook afspraken maken over de verwerkbaarheid en de sterkteontwikkeling. De aannemer moet dus niet alleen rekening houden met de door de ontwerper voorgeschreven eigenschappen, maar ook met zijn eigen mogelijkheden om de betonspecie te verwerken. Bovendien moet hij rekening houden met zijn planning. De verhardingssnelheid van het beton is daarbij belangrijk. Bij de keuze voor geprefabriceerde betonelementen is het totale proces vaak een stapje korter. Daarentegen moet de aannemer weer wat beter en meer op de lange termijn plannen.

De betontechnoloog vervult in dit proces een belangrijke rol. Vaak adviseert hij de aannemer en/of de ontwerper. In alle gevallen is hij uiteindelijk verantwoordelijk voor de vertaling van prestatie-eisen, zoals sterkte, duurzaamheid en verwerkbaarheid in een betonsamenstelling.

### 1.3 **Beton als bouw materiaal.**

Voor de gebruiker en de ontwerper zijn vooral de eigenschappen van verhard beton van belang. Deze bepalen de prestaties van de betonconstructie en de levensduur.

In de eerste plaats de verschillende mechanische eigenschappen. De druksterkte, maar ook bijvoorbeeld de treksterkte en het vervormingsgedrag. Daarnaast is er een aantal thermische en hygrische eigenschappen: verlenging en verkorting door temperatuurschommelingen, temperatuurtransport, vochtinhouding enzovoort.

Voor de opdrachtgever zijn ook de duurzaamheidseigenschappen van groot belang. Deze zijn immers bepalend voor de levensduur en eventuele onderhoudskosten aan de constructie. Steeds vaker worden betonconstructies ontworpen op een bepaalde levensduur.

Omdat beton zijn 'leven' altijd begint als halffabricaat (betonspecie) wordt ook aan de eigenschappen in de plastische fase aandacht besteed. De eigenschappen in deze fase zijn vooral van belang voor de aannemer.

Ná de verwerking (transport, storten, verdichten, afwerken, nabehandelen) komt de fase waarin beton zijn eigenschappen ontwikkelt. De wijze waarop dit proces verloopt, heeft ook grote invloed op de uiteindelijk te bereiken betoneigenschappen. In deze fase hebben we niet alleen te maken met sterkteontwikkeling, maar ook met warmteontwikkeling, temperatuurspanningen en krimpgedrag.

### 1.4 **Duurzaam bouwen met beton**

Beton is in meer opzichten een duurzaam bouw materiaal. Daarbij denken we vaak in de eerste plaats aan de lange levensduur van betonconstructies. In de betonvoorschriften wordt al 'standaard' uitgegaan van 50 jaar. Uit de praktijk weten we dat deze levensduur vaak ver wordt overschreden. Zelfs wordt bij het ontwerpen van betonconstructies steeds vaker gerekend met een levensduur van 100 of zelfs 200 jaar. Om 'duurzaam' in relatie tot levensduur aan te duiden wordt ook wel de Engelse term 'Durability' gebruikt.

Toch denken we bij duurzaam bouwen steeds vaker niet alleen in termen van levensduur. Duurzaam bouwen betekent ook het gebruik van materialen die rekening houden met het milieu en de gezondheid van bewoners en gebruikers. In het Engels wordt deze vorm van duurzaamheid vertaald in 'Sustainability'.

Duurzaam bouwen betekent in deze zin ook: verantwoord omgaan met stoffen om te voorkomen dat grondstoffen voor bouwmaterialen uitgeput raken, bijvoorbeeld door te zorgen dat de materialen die vrijkomen bij de sloop opnieuw kunnen worden gebruikt (hergebruik en recycling);

Duurzaam bouwen kan worden ondersteund door verschillende benaderingen:

- Cradle to Cradle; een strategie die ervan uitgaat dat alle gebruikte materialen na gebruik in een product, weer nuttig kunnen worden gebruikt in een ander product zonder kwaliteitsverlies.
- People-, planet-, profit-benadering; een benadering die nieuwbouw en renovatie evenwicht zoekt tussen mensen, aarde of leefmilieu en economie. Een gebouw dat weinig energie gebruikt, maar waar mensen niet graag in verblijven, is volgens deze benadering niet-duurzaam.
- Koppelen van ontwerp van gebouwen aan energiebesparing. Hiervoor zijn verschillende werkwijzen ontwikkeld.

Het voert in het kader van deze opleiding te ver om deze benaderingen verder uit te diepen. In de cursus betontechnoloog [*bte*] wordt bij de selectie van grondstoffen ook gekeken naar de mogelijkheden om het gebruik van primaire grondstoffen te beperken en hergebruik van materialen te bevorderen. Ook in de cursus Betononderhoudskundige (*bok*) wordt het duurzaam bouwen als criterium gebruikt.

## 1.5 Basiskennis Beton Technologie [*bbt*]

De cursus Basiskennis Beton Technologie [*bbt*] heeft tot doel aan cursisten de basiskennis aan te reiken voor drie opleidingen op betontechnologisch gebied, te weten:

- Betontechnoloog BV (als bedoeld in NEN 8005 en BRL 1801 Betonmortel en de KIWA-criteria 73/07);
- Betontechnologisch Adviseur BV;
- Betononderhoudskundige BV (als bedoeld in BRL 3201 voor het repareren en beschermen van beton).

Betontechnologie omvat alle facetten van het materiaal beton. De keuze van grondstoffen, het berekenen van de samenstellingen in relatie tot de beoogde betoneigenschappen en ondersteunen van het proces van produceren, transporteren en verwerken van de betonspecie.

Met deze kennis is de betontechnoloog aanspreekpunt voor zowel de opdrachtgever/ontwerper als de aannemer. De betontechnoloog moet zich daarbij realiseren dat de kennis om een product, in dit geval het bouw materiaal beton, te vervaardigen niet los kan worden gezien van brede kennis van (verhard) beton als bouw materiaal.

Deze cursus behandelt daarom de volgende onderwerpen:

- Beton als bouw materiaal
- Grondstoffen: 'De korrels', 'De lijm', overige toevoegingen
- Het mengselontwerp
- Vervaardigen van betonspecie
- Verwerken van betonspecie
- Kwaliteitscontrole

### 1.5.1 Grondstoffen

Tot de basiskennis van de betontechnoloog behoort ook de kennis van grondstoffen en de manier waarop grondstoffen in beton(specie) samenwerken. In deze cursus is daarvoor een nieuwe benadering gekozen, waarbij de grondstoffen voor beton worden besproken in twee hoofdgroepen. We starten met het korrelpakket. Dit vormt het skelet in beton. De opbouw van het korrelpakket en de materialen die gebruikt worden hebben grote invloed op het mengselontwerp en de eigenschappen van het ermee gemaakte beton. In hoofdstuk 3 gaan we hierop in.

Het korrelpakket wordt samengehouden en verbonden door 'Lijm'. De lijm is opgebouwd uit cement, vulstoffen, water. 'Korrels' en 'Lijm' vormen de belangrijkste componenten bij het mengselontwerp. Steeds vaker worden daarbij nog andere 'toevoegingen' gebruikt, zoals hulpstoffen, pigmenten en vezels.

Hoofdstuk 4 gaat over 'De lijm', hoofdstuk 5 behandelt 'De toevoegingen'.

### 1.5.2 Het mengselontwerp

In dit hoofdstuk worden 'korrel', 'lijm' en eventueel toevoegingen gecombineerd.

We kijken naar het stappenplan om te komen tot het mengselontwerp. Dat begint bij de inventarisatie van de eisen uit de projectspecificatie en uitvoering en eindigt bij het recept voor de mengmeester.

### 1.5.3 Vervaardigen van betonspecie

Met het mengselontwerp: het maken van een recept zijn we er nog niet. De betonspecie moet ook nog worden gemaakt. In deze cursus kijken we naar de verschillende aspecten die te maken hebben met de vervaardiging van betonspecie.

Bijvoorbeeld:

- De lay-out van de productie-unit.
- Aanvoer en opslag van de grondstoffen.
- Transport van opslag naar fabriek.
- Transport naar de menger.
- Doseren en wegen
- Mengen; soorten mixers; mengprocedure.
- Betonproductie: nat, semi-nat en droog.
- Transport van betonspecie.
- Betonproductenindustrie; analogie productie betonspecie; intern transport.

### 1.5.4 Verwerken van betonspecie

Voor de afnemer begint het verwerken van de betonspecie bij het correct specificeren/bestellen van de betonspecie. Daarna wordt aandacht besteed aan verwerking, verdichting en verhardingsbeheersing.

Verder komen enkele bijzondere betonsamenstellingen (schoon beton; vezelversterkt beton) en stortmethoden (spuitbeton; onderwaterbeton, glijbekistingen, enz) aan bod.

Er wordt ingegaan op de verschillen tussen prefab en in het werk gestort beton.

Speciale productietechnieken bij de prefabricage van betonwaren en betonelementen:

- Betonstenen, -tegels, banden, dakpannen e.d.
- Vooraf vervaardigde elementen
- Langebanksysteem
- Hoge betonconstructies (klimbekisting, glijbekisting)

#### 1.5.5 Kwaliteit

Kwaliteitscontrole omvat meer dan het meten en statistisch verwerken van eigenschappen. Veel belangrijker is de juiste interpretatie van de gemeten waarden en de terugkoppeling door middel van corrigerende maatregelen.

Dit hoofdstuk bevat onder meer de volgende onderdelen:

- Meten van productkwaliteit.
- Verwerken van meetresultaten
- Controle van de grondstoffen.
- Controle en keuring van betonspecie;
- Controle en keuring van beton.
- Beoordeling van beton in de constructie.
- Sterkteontwikkeling in het werk: onderzoek aan de constructie.

#### 1.5.6 Regelgeving voor beton

De regelgeving voor beton wordt steeds omvangrijker. Bovendien omvat regelgeving meer dan alleen 'normen'.

Dit deel van de opleiding gaat in op zaken als:

- Europese normen en nationale aanvullingen;
- Bouwbesluit;
- Besluit bodemkwaliteit;
- De verschillende soorten kwaliteitsverklaringen;
- CE-markeringen;
- KOMO en andere privaatrechtelijke kwaliteitsverklaringen.

### 1.6 Samenvatting

In deze cursus is alle gemeenschappelijke basisstof voor de betontechnologische opleidingen Betontechnoloog BV, Betontechnologisch Adviseur BV en Betononderhoudskundige BV verwerkt.

Eigenschappen, productie en verwerking komen daarbij uitgebreid aan bod. De opleiding biedt letterlijk een stevige basis voor deze drie opleidingen. Voor beroepsgroepen in de betonwereld, zoals bedrijfsleiders, transportleiders, hoofdvoerders, waarbij minder behoefte aan deze gespecialiseerde opleidingen is, levert de cursus brede kennis om vakkundig met beton(specie) te kunnen omgaan.