

# van sfeer naar specificatie



## | VAN SFEER NAAR SPECIFICATIE

### ***Inleiding***

Eigenlijk wil je het ontwerpproces rond de ‘sferen van schoon beton’ de vrije gang laten gaan. Dit proces van vaak grensverleggende verkenningen van het materiaal beton wens je niet te verstoren met richtlijnen. De ideeën van opdrachtgevers en ontwerpers en hun creatieve proces in de keuze voor schoon beton veranderen gelukkig voortdurend. Toch zal na het proces van ontwerpen en creëren het proces moeten starten van realiseren op de bouwplaats of in fabrieken. Dan vragen de aspecten van contractvorming, kosten, tijd, maakbaarheid en duurzaamheid de aandacht. Dit kan niet zonder regelgeving en richtlijnen.

De ontwerpresultaten van de architect en de constructeur zullen worden weergegeven in de projectspecificatie (bestek) van het project. In deze specificatie, veelal gebaseerd op de standaard bestekken van STABU of RAW zal voor het ontwerp en de uitvoering worden verwezen naar de betonvoorschriften. De besteksbepalingen over de uitvoering van schoon beton zullen verwijzen naar de norm NEN 6722 (2002) Voorschriften Beton Uitvoering, VBU (2). In deze norm zijn beoordelingsklassen opgenomen voor de oppervlakken van beton (art. 16.2, Toleranties). Voor oppervlakken met bijzondere esthetische eisen geldt klasse B. De eisen voor klasse B moeten in de projectspecificatie nader zijn opgenomen. Bij bijzondere toepassingen zal de ontwerper/bestekschrijver zijn eisen onder ‘klasse B’ moeten omschrijven. Hij kan echter ook gebruik maken van de richtlijn: CUR-Aanbeveling 100, Schoon beton – criteria voor de specificatie en beoordeling van betonoppervlakken (2004) (1).



*Wapeningproductie voor prefab element.*

Het eerste deel van deze aanbeveling geeft richtlijnen voor de ontwerper om zijn ideeën en eisen goed te formuleren/specificeren. Het tweede deel geeft aanwijzingen voor een goede uitvoering door de aannemer/producent en de beoordeling van betonoppervlakken. Een belangrijke bijlage van de richtlijn is de grijsschaal. Dit is een staalkaart met grijstinten voor het beton/cementuiterlijk. Hiermee is het mogelijk vóóraf een streefwaarde vast te leggen en achteraf te beoordelen. In hoofdstuk 4, 'Classificatie' van de aanbeveling is een indeling aangegeven van de mogelijke typen van schoon beton.

De richtlijn is in 2004 tot stand gekomen door een samenwerking van de belangrijkste marktpartijen bij de realisatie van schoon beton namelijk de ontwerper (architect en constructeur), de aannemer (uitvoering, mortellevring, bekisting), en de prefab industrie. Het kan een basis zijn voor heldere afspraken over de gewenste kwaliteit en de kwaliteitsbeheersing.



*Bekisting voor prefab element.*

Het belang van de richtlijn CUR 100 is dat er in een vroeg stadium van het project kan worden nagedacht over de specifieke wensen en eisen en de daarbij behorende kosten. Deze moeten dan in de projectspecificaties/bestek tot uiting komen, zodat de aannemer/producent een realistische aanbieding kan maken. De ervaringen in de praktijk met de toepassing van de richtlijn worden momenteel verzameld en moeten over enige tijd worden geëvalueerd.

### **Betonoppervlakteklassen**

Voor het specificeren en beoordelen van de oppervlakken van beton wordt gebruik gemaakt van de betonvoorschriften. Kiest men voor klasse B uit de VBU (voorschriften beton uitvoering) dan kan men gebruikmaken van de eigen projectmatige specificaties. Hierbij moet men dan de bijzondere eisen en keuringscriteria benoemen en opnemen in de specificatie.

Men kan echter ook gebruikmaken van de klassenindeling B1 en B2 van de CUR-Aanbeveling.

De volgende klassen zijn te onderscheiden:

- klasse A, VBU standaardklasse; standardeisen aan visuele aspecten (tabel 8);
- klasse B, VBU bijzondere esthetische eisen; uitwerken in project-specificatie (bestek);
- klasse B1, bijzondere esthetische eisen beton ter plaatse gestort volgens CUR-Aanbeveling 100;
- klasse B2, bijzondere esthetische eisen beton geprefabriceerd volgens CUR-Aanbeveling 100;
- klasse C, VBU zonder esthetische eisen.

In tabel 2 van de aanbeveling zijn de oppervlakte-eisen per klasse nader weergegeven. Zo zijn er criteria voor bekisting, betonoppervlak, betonverwerking en voegen. De criteria zijn hoofdzakelijk gebaseerd op de basis-tabel (tabel 8) van de VBU. Toegevoegd zijn de aspecten die voor schoon beton van belang zijn. Hierbij zijn grenzen gesteld aan de in de praktijk beheersbare of vermijdbare afwijkingen. Bij klasse B2 is aansluiting gezocht bij de richtlijn BOBB van Belton [3]. De opzet van de klassenindeling en de opzet van de aanbeveling sluiten aan bij de richtlijn die men in Duitsland gebruikt: 'Merkblatt Sichtbeton, Fassung 2004 [4].

### **Opzet CUR-Aanbeveling 'Schoon beton'**

Bij de opzet van de CUR-Aanbeveling is in grote lijnen gekozen voor een opzet met aanbevelingen voor de ontwerper die de projectspecificaties moet opstellen en aanbevelingen voor de vervaardiger (aannemer, prefab producent) van schoon beton. Specificeren is: wat wil de opdrachtgever, voor welke kosten en met welke resultaten? De aannemer gaat de resultaatsverplichting aan en bedenkt de recepten om de resultaten te verwezenlijken. In de inleidende hoofdstukken van de aanbeveling is informatie gegeven over termen, definities en classificatie. Onderstaand volgen enkele essentiële onderdelen van de aanbeveling.



*Transport, van productie naar opslag op fabrieksterrein.*



*Opslag op de bouwplaats.*



*CUR-Aanbeveling 100 'Schoon beton', uitgegeven in 2004, inclusief CUR-grijschaal.*

#### **PROJECTSPECIFICATIE (BESTEK) VOOR SCHOON BETON**

De projectspecificatie is de omschrijving waarin door of namens de opdrachtgever de eisen zijn vastgelegd die gelden voor het uiterlijk van het schoon beton en/of de te gebruiken materialen (betonmortel, kleurstoffen, profilering enz.). Deze eisen vormen dus de basis van het contract met de aannemer voor de realisatie van betonconstructies in 'schoon beton'.

In bijlage B van de CUR-Aanbeveling is een controlelijst opgenomen met aandachtspunten waaraan in de projectspecificatie ten aanzien van schoon beton aandacht moet worden besteed. Aan het slot van dit hoofdstuk 'van sfeer naar specificatie' is een voorbeeld projectspecificatie toegevoegd.

#### **REFERENTIEPROJECTEN, PROEFPLATEN EN PROEFSTORTEN**

Bij het specificeren van het uiterlijk kan men gebruik maken van verschillende methoden om tot een keuze van het oppervlak te komen. De volgende methoden kunnen in de projectspecificatie worden aangehouden; de

eigen omschrijving van dit uiterlijk, een verwijzing naar een al gerealiseerd referentieproject, de verwijzing naar overeen te komen proefplaten of proefstorten.

In die gevallen dat de ontwerper een zo gewaardeerde nieuwe weg inslaat en komt tot bijzondere esthetische eisen, is het raadzaam om dit te doen via proefplaten of proefstorten.

Deze proeven kunnen samen met de adviseur en een aannemer worden opgezet. Het is raadzaam dit te doen voor dat de projectspecificatie (bestek) wordt afgerond. De resultaten van de proeven en de daarbij behorende kostenaspecten en keuringscriteria kunnen dan daarin worden omschreven.

#### **CLASSIFICATIE EN GRIJSSCHAAL**

Er is in de CUR-Aanbeveling een classificatie aangegeven voor typen van oppervlakken, bewerkingen, betonspecie en cementkeuze. Veel hiervan is terug te vinden in de 'betonsferen' in dit boek. Om een richtlijn te verkrijgen bij de keuze van de kleurstelling van het oppervlak van 'grijs beton', is er een grijschaal opgenomen in de Aanbeveling. Door een streefwaarde in de projectspecificatie vast te leggen (licht, donker enz.) kan een tijdige discussie worden gevoerd in het stadium van de contractfase en de kostenbepaling. Dit om te zien wat haalbaar is binnen de randvoorwaarden van het project en het gewenste kwaliteitsniveau.

Classificaties en grijschaal zijn nodig om de kostenaspecten van de uitvoering goed te kunnen overzien. Maar let op: de grijschaal (papier) mag niet worden gebruikt als de absolute kleurstelling van beton. De karakteristieke schakeringen in kleur en textuur in het betonoppervlak van 'grijs beton' zorgen voor de uitstraling die het schoon beton zo aantrekkelijk maken. Essentieel zijn de vooraf overeen te komen proefplaten, proefstorten of referentieprojecten. Deze zijn vooral van belang bij gekleurd of bewerkt beton.

#### **PRESTATIE-EISEN**

De aannemer (en/of de prefab producent) is vrij in de keuze van de werkmethoden (bekistingen, betonmengsels, opslag- en transportwijze) waar-



*Montage van de elementen tot een dragend, semi-transparant scherm.*

mee hij aan de prestatie-eisen voor 'schoon beton' uit de projectspecificatie kan voldoen. Daarvoor neemt hij op basis van de UAV het contract aan. Hierbij zijn ervaring, vakmanschap en referentieprojecten met 'schoon beton' van groot belang.

De prestatie-eisen voor schoon beton moeten daarom in het bestek/contract goed zijn geformuleerd door de ontwerpers. De prestatie-eisen voor betonmortel en daarmee ook voor schoon beton hebben betrekking op:

- sterkteklasse en milieuklasse / duurzaamheid; op te stellen door de constructeur en zijn bestekschrijver.
- oppervlakteklasse (b.v. klasse B1 of nadere esthetische eisen); op te stellen door de architect in samenspraak met constructeur.

Op basis van deze gegevens formuleert de aannemer zijn prestatie-eisen naar de betonmortelleverancier. Dit geldt met name voor de verwerkbaarheid (vloeigedrag) en de sterkteontwikkeling van de mortel. De betonmortelleverancier is verantwoordelijk voor de keuze van de grondstoffen en de te bereiken verwerkbaarheid van mortel, maar heeft daarbij dus ook de vrijheid in werkwijze. Uiteraard is dit afhankelijk van zijn vakmanschap.

### **Bekisting**

De aannemer (en/of de prefab producent) kiest de bekisting waarmee hij aan de prestatie-eisen uit de projectspecificatie kan voldoen. Belangrijk uitgangspunt hierbij is dat de bekisting of mal goed lossend moet zijn om beschadigingen bij het ontkisten te beperken. In de projectspecificatie moet het gewenste patroon worden aangegeven van profileringen, hoekafwerkingen, plaatnaden en positie, type en afwerking van bijvoorbeeld

gaten van centerpennen. Dit laatste geldt met name voor het ter plaatse te storten beton. Hierbij moet worden nagegaan of er met 'standaard bekistingssystemen' (randen, centerpennen liggen vast) kan worden gewerkt of dat moet worden uitgegaan van een ander patroon.

De traditionele vellingkanten beperken het risico van rafelige randen en grindnesten. Rechte (scherpe) hoeken zijn ook in ter plaatse gestort beton mogelijk, maar vergen meer aandacht en kostenverhogende maatregelen. Een keuze voor rechte hoeken moet dus vooraf duidelijk zijn. Bij prefab beton wordt veelal een maltechniek gekozen waarbij onvolkomenheden bij naden en hoeken tot een minimum kunnen worden beperkt. De aandacht bij prefab beton richt zich meer op de maatbeheersing en kleurverschillen van de elementen. Bij prefab is het wel van belang dat er in de projectspecificatie al is aangegeven welke oppervlakte-eisen aan de verticale en horizontale vlakken (stort- en afwerkzijde in de mal) worden gesteld.

#### BETONSPECIE

De aannemer (en/of de prefab producent) kiest de mortelsamenstelling waarmee hij aan de prestatie-eisen uit de projectspecificatie kan voldoen. Het gekozen cement (type en hoeveelheid), de hoeveelheid fijne delen (zand en vulstoffen) en de water-cementfactor bepalen de esthetische kwaliteit van de randzone/dekking van het betonoppervlak. Een ontwikkeling van de laatste jaren is de toepassing van het zogenoemde 'zelfverdichtend beton'. Bij deze betonmortel is geen verdichtingstechniek (trilnaalden) nodig om een dicht en esthetisch oppervlak te verkrijgen.

De keuze voor een bepaald type betonspecie is een verantwoordelijkheid van de aannemer en/of de (prefab) producent. Op dit moment kan de aannemer/producent kiezen voor de verwerking via de traditionele werkwijze van verdichten of via de techniek van zelfverdichtend beton. Het dilemma ontstaat indien de ontwerper goede (esthetische) ervaringen heeft met de toepassing van zelfverdichtend beton en deze ervaringen wil opnemen in de projectspecificatie van zijn volgende project. Het is raadzaam dit niet te doen en het over te laten aan het vakmanschap van de aannemer/producent. Wel kan men aangeven dat specie met een hoge



vloeibaarheid (consistentiegebied opgeven volgens VBU art. 4) en met hoog gehalte aan fijn materiaal (kleiner dan 0-250 mm) moet worden verwerkt.

#### WERKPLAN SCHOON BETON

In de CUR- Aanbeveling (hoofdstuk 8.2) is aangegeven dat er door de aannemer/producent een werkplan 'Schoon beton' moet worden opgesteld. Dit werkplan moet voor de start van de uitvoering ter toetsing aan de opdrachtgever worden aangeboden. Er kan gebruik worden gemaakt van een 'model werkplan schoon beton'. Gekwalificeerde aannemers en producenten hebben ervaring met het werken met kwaliteit- c.q. werkplannen. Bij de selectie van de opdrachtnemer is het van belang dat deze de ervaringen en referenties van de uitvoering van schoon beton kan overleggen.

#### KEURING EN CONTROLE

Na het ontkisten en op een overeen te komen tijdstip moeten de opper-



*Een proefwand, gemaakt op het werk, is de beste manier om vast te leggen welk resultaat wordt verlangd.*

*Deze proefwand voor de Schouwburg te Den Haag toont het kleurverschil tussen hoogovencement en portlandcement (= donkerder).*

vlakken worden beoordeeld en getoetst aan de eisen uit de projectspecificatie c.q. overeengekomen proefplaten. Veelal heeft een eerste keuring plaats na het ontkisten en een tweede keuring net voor de oplevering of aflevering van het onderdeel. Meestal kan worden volstaan met een visuele beoordeling, waarbij vooral wordt gekeken naar kleurverschillen, luchtbellens en randafwerkingen. Bij ter plaatse gestort beton vooral bij de aftekening van stortnaden, grindnesten en luchtbellens.

In de aanbeveling zijn keuringscriteria opgenomen in hoofdstuk 9 en tabel 1. Bij de beoordeling zijn maatafwijkingen (naden, vlakheid) vaak minder storend dan kleur- en structuurverschillen of afwijkingen bij stortnaden. Bij prefabricage moet er aandacht zijn voor de beheersing van kalkstrepen (of regenstrepen) aan het betonoppervlak. Deze kunnen ontstaan als de elementen na het ontkisten in buitenopslag (regen, wind) gaan. Vooraf aan de contractafroning moet duidelijk zijn (projectspecificatie) welke maatregelen moeten worden genomen om aftekening van kalkstrepen te beperken. Beperking is mogelijk door het nemen van extra maatregelen die dus ook extra kosten met zich meebrengen (opslag binnen, afdekken).

#### **HERSTEL VAN ONVOLKOMENHEDEN**

Het algemene uitgangspunt bij schoon beton moet zijn dat na het ontkisten het resultaat moet voldoen aan de overeengekomen uitgangspunten. Reparaties zijn ongewenst omdat aftekeningen hiervan nooit helemaal zijn weg te werken. Ondanks goed geformuleerde projectspecificaties en inspanningen van de aannemer/producent kan het gebeuren dat de resultaten niet overal voldoen aan de verwachtingen.



Men moet dan toch kunnen kiezen voor hersteltechnieken. Reparaties zijn te onderscheiden in constructieve reparaties (grindnesten, dichtheid dekking enz.) en cosmetische reparaties. Bij schoon beton zal overwegend sprake zijn van cosmetische afwerkingen en reparaties. In de aanbeveling zijn aanwijzingen opgenomen om betonoppervlakken na te bewerken door sponsen, schuren en verzegelen. Het is verstandig in de calculatiefase van schoon beton rekening te houden met enige corrigerende afwerkingen.

#### BEHEERSING SCHEURVORMING

Scheurvorming aan het oppervlak en vooral bij wanden kan storend zijn en de esthetische kwaliteit aantasten. Zoals in de VBC [5] aangegeven is scheurvorming in de betonhuid onvermijdelijk bij het opnemen van trekspanningen. In VBC art. 4.3, tabel 2 is de toelaatbare scheurwijdte aangegeven. Bij constructies in een binnenmilieu hoeft scheurvorming ten gevolge van opgelegde vervormingen niet berekend c.q. gecontroleerd te worden. Uit esthetische overwegingen kan het aanbeveling verdienen toch op het beheersen van scheurvorming te ontwerpen. Hiervoor kan het nodig zijn de wapening aan te passen.

Ook moeten uitvoeringstechnische maatregelen worden genomen om de scheurvorming te beheersen. Deze maatregelen moeten in de projectspecificatie (bestek) worden geregeld. Daartoe kan het nodig zijn dat er maatregelen worden opgenomen als extra wapening, later ontkisten, thermische bescherming, inzagingen op plaatnaden en/of het opnemen van krimpverdelers (kokers) in wanden.

#### NABEWERKING EN COATING

Het kan een keuze van de ontwerper zijn om het schoon beton uiteindelijk in een gecoate versie te tonen. Met name bij ter plaatse gestorte constructies en bij donkere kleuren kan men hiervoor kiezen. De te stellen eisen aan het oppervlak, de randen en de stortnaden moeten dan nader worden geformuleerd in de projectspecificatie. Hierbij kan ook weer gebruik worden gemaakt van de klassenaanduiding van de CUR-Aanbeveling. In de aanbeveling zijn (nog) geen aanwijzingen opgenomen over 'schoon beton gecoat'.

#### Tot slot

Hoe fraai of bruut, robuust mag een betonoppervlak zijn? Is het patina van de vervuiling aan het oppervlak storend of juist mooi? Is een grindnest erg? Betonoppervlakken met een bijzondere esthetische structuur laten zich moeilijk vatten in richtlijnen. Ook zullen architecten en kunstenaars toepassingen blijven vinden waarvan we nu nog geen weet hebben. Voorbeelden hiervan zijn de in de verschillende hoofdstukken opgenomen. Bijzondere oppervlakken zijn te bereiken met polijsten of printtechnieken en het meestorten van materialen als glas. Ook bijzondere gebogen vormen zijn een uitdaging voor de architect/kunstenaar. Zorg blijft dat deze ideeën in een projectspecificatie moeten worden omschreven, zodat er een verantwoorde prijsvorming en uitvoeringstechniek kan worden bereikt. Hierbij is het van belang dat er in de ontwerpfase een goede afstemming is tussen de architect en de constructeur voordat de projectspecificatie wordt afgerond. Daartoe is in bijlage C van de Aanbeveling aandacht gevraagd voor het coördineren van deze werkzaamheden. Het betonoppervlak zal altijd een grote uitdaging blijven. Een oppervlak waarvan het ambacht, zorg en liefde voor het vak van afstralen. De CUR-Aanbeveling 100 geeft hiervoor alle ruimte en aanwijzingen.

#### Literatuur

1. CUR-Aanbeveling 100, Schoon beton – criteria voor de specificatie en beoordeling van betonoppervlakken. Redactionele bijlage bij *Cement* 2004 nr. 3. CUR Gouda, juni 2004
2. NEN 6722: Voorschriften beton. Uitvoering (VBU 2002). NEN, Delft 2002.
3. BOBB: Uniforme criteria voor oppervlakbeoordeling beton. *Belton Magazine*, 2000 nr. 4
4. DBV Merkblatt: Sichtbeton. Fassung 2004 (DBV Berlijn)
5. NEN 6720: Voorschriften beton. Constructieve eisen en rekenmethodes (VBC 1995). NEN, Delft 1995
6. Model Werkplan Schoon Beton; ENCI Media, 's-Hertogenbosch
7. Oude Kempers, H., 'Is schoon beton aan te bevelen?', *Cement* 2004, nr 4