Dyckerhoff weiss

AUFSATZ

Sichtbeton mit Dyckerhoff WEISS

Planung und Ausführung von farbigen Sichtbetonflächen

Sichtbeton mit Dyckerhoff WEISS
Planung und Ausführung von farbigen Sichtbetonflächen

Dipl.-Ing. Stefan Heeß

Bauen mit Sichtbeton verleiht einem Bauwerk seinen unverwechselbaren Charakter und gibt ihm im wahrsten Sinne des Wortes „ein Gesicht“. Ob im Bereich des Ortbetons, des Fertigteilbaus oder des Betonwerksteins – Sichtbeton ermöglicht eine architektonisch ansprechende, beständige und wartungsfreie Oberfläche. Dies ist nicht zuletzt der modernen Betontechnologie zu verdanken, die dem Markt zunehmend noch leistungsfähigere Materialien zur Verfügung stellt. Als Stichworte seien hier genannt: selbstverdichtender Beton (SVB), ultrahochfester Beton (UHPC), Architekturbeton, Strukturbeton, Fotobeton, Spiegelbeton, Lichtbeton, Textilbeton, Faserbeton, Glasfaserbeton, Carbonbeton, Leichtbeton, Dämmbeton, Stampfbeton, Biobeton oder photokatalytischer Beton.

Die vielfältige Palette an Betonzusammensetzungen in Kombination mit den zahlreichen Bearbeitungstechniken eröffnet mehr und mehr neue Gestaltungsmöglichkeiten von Sichtbeton und fordert so die ganze Kreativität von Planern und Verarbeitern heraus. Gleichzeitig sind aber auch die Anforderungen an die Qualität (keine Risse, wenig Poren) und an die Optik (Farbe, Feinkorn) des Betons weiter gestiegen. Dazu zählen scharfe Kanten ebenso wie schlanke, filigrane Querschnitte, verbunden mit einer möglichst flexiblen Formgebung – insbesondere auch bei Sichtbetonflächen.

1. Allgemeines

Als „Sichtbeton“ bezeichnet man Betonflächen mit Anforderungen an das Aussehen. Die Sichtbetonfläche ist der nach Fertigstellung sichtbare Teil des Betons, der die Merkmale der Gestaltung und der Herstellung erkennen lässt und der die architektonische Wirkung eines Bauteils oder Bauwerks maßgebend bestimmt.

Dabei werden für Ortbeton im DBV-Merkblatt „Sichtbeton“ unterschiedliche Sichtbetonklassen (SB) definiert.

- SB 1: Sichtbeton mit geringen gestalterischen Anforderungen (Beispiele: Kellerwände, Lagerräume, Bereiche mit vorwiegend gewerblicher Nutzung)
- SB 2: Sichtbeton mit normalen gestalterischen Anforderungen (Beispiele: Treppenhausräume, Stützwände)
- SB 3: Sichtbeton mit hohen gestalterischen Anforderungen (Beispiele: Fassaden im Hochbau)
- SB 4: Sichtbeton mit besonders hoher gestalterischer Bedeutung (Beispiele: repräsentative Bauteile im Hochbau)

BAM, Metz

1

1 Wohnhaus, Horgau
2 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Augsburg
3 Wohnkomplex, Helsinki
4 Sitzelement, München

Sichtbeton-klasse		**Anforderung an geschalte Sichtbetonflächen nach Klassen bezüglich**							**Weitere Anforderungen**		**Herstell-kosten**
		Textur	Porigkeit [1]		Farbton-gleichmäßigkeit [1) 2)]		Ebenheit	Arbeits-fugen und Schalungs-stöße	Erprobungen [3]	Schalungs-haut [4]	
Anforde-rung	Klasse		s	ns	s	ns					
gering	SB 1	T1	P1	P1	FT1	FT1	E1	AF1	freigestellt	SHK1	niedrig
normal	SB 2	T2	P2	P1	FT2	FT2	E1	AF2	empfohlen	SHK2	mittel
besonders	SB 3	T2	P3	P2	FT2	FT2	E2	AF3	dringend empfohlen	SHK2	hoch
bes. hoch	SB 4	T3	P4	P3	FT3	FT2	E3	AF4	erforderlich	SHK3	sehr hoch

[1] s = saugend bzw. ns = nicht saugende Schalungshaut; siehe Tabelle 4 im Merkblatt „Sichtbeton“
[2] Der Gesamteindruck einer Sichtbetonfläche ist i. d. R. erst nach längerer Standzeit (u. U. nach mehreren Wochen) beurteilbar. Die Farbtongleichmäßigkeit ist aus dem üblichen Betrachtungsabstand gemäß Abschnitt 7 im Merkblatt „Sichtbeton“ zu beurteilen.
[3] Anforderungen an Erprobungsflächen siehe auch Tabelle A.6 im Merkblatt „Sichtbeton“
[4] Anforderungen an Schalungshaut siehe Tabelle 3 im Merkblatt „Sichtbeton“

Quelle: DBV-Merkblatt „Sichtbeton“, Ausgabe Juni 2015

Fassade aus Lichtbeton, Universität, Aachen

Museum für Architekturzeichnung, Berlin

Detailansicht, Museum für Architekturzeichnung, Berlin

Je nach gewünschter Wirkung bestehen, einzeln oder in Kombination, folgende Möglichkeiten der Gestaltung der Sichtbetonflächen:

- Schalungshaut (z.B. glatt oder texturiert)
- Betonzusammensetzung (z.B. farbiger Beton)
- Bearbeitung (z.B. Spitzen, Säuern)

Insbesondere bei einer in Ortbeton hergestellten Sichtbetonoberfläche handelt es sich stets um ein Unikat. Dabei gilt es, einige wichtige Punkte zu beachten:

- ein abgestimmtes Sichtbetonteam und entsprechendes Fachpersonal,
- Zeit und Raum für Erprobungsflächen,
- die Berücksichtigung von Witterungseinflüssen,
- eine passende Kalkulation.

Besonders wirkungsvolle Sichtbetonoberflächen werden durch die Verwendung des weißen Portlandzements Dyckerhoff WEISS erzielt. Das Bauwerk erhält einen hellen und freundlichen Charakter mit einer über Jahre anhaltenden Farbstabilität. Betonelemente lassen sich vielseitig, besonders auch in der Tiefe, gestalten und profilieren. Gerade bei Weißbeton ist wegen der hellen Oberfläche das Spiel von Licht und Schatten besonders ansprechend. Schalungsglatter Sichtbeton mit Dyckerhoff WEISS und den regionalen Gesteinskörnungen erhält eine dezente Marmorierung. Auch führen hier unterschiedliche w/z-Werte an der Grenzfläche zwischen Schalungshaut und Beton, im Gegensatz zu dunkleren Betonen, nur zu geringen Farbunterschieden. Zudem sind weiße Kalkausblühungen auf dem weißen Untergrund nicht sichtbar.

Mit Weißbeton ist es möglich, sowohl Ortbeton, als auch Fertigteile bei einem Objekt mit nur geringen Farbunterschieden herzustellen. Gerade im Bereich der Betonfertigteile hat sich Sichtbeton mittlerweile zu einem leistungsfähigen Hochtechnologiebaustoff entwickelt, der ein breites Spektrum an Möglichkeiten eröffnet. Man spricht hier auch von „Architekturbeton". Ein Begriff, den die Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. in ihrem Merkblatt „Betonfertigteile aus Architekturbeton" wie folgt definiert: „Der Begriff Architekturbeton beinhaltet sowohl die Ausführungen, die eine möglichst perfekte, einheitliche Oberfläche und Farbe zum Ziel haben, als auch – und hierzu gleichbedeutend – Projekte, bei denen die Natürlichkeit und Lebendigkeit des Baustoffs Beton zugelassen und bewusst betont werden. Die Betonfertigteile aus Architekturbeton sind als Gestaltungselement der Architektur konzipiert und müssen deshalb hinsichtlich der Oberfläche, Farbe und Form mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden".

Ganz allgemein lässt sich sagen, dass die Herstellung von Sichtbeton in Fertigteilbauweise eine Reihe von Vorteilen aufweist. Die Bauteile werden i.d.R. in einer Serie und mit einem erfahrenen Team hergestellt. Man verfügt zudem über eine große Palette an Farbvarianten und Bearbeitungsmöglichkeiten.

Farbbeispiele im Fertigteilwerk

Gemeindezentrum, Zeilsheim

Kapelle, Winkels

Fassade aus Batikbeton, Inning

Von Vorteil ist auch die liegende Fertigung unter Dach mit geringen Witterungseinflüssen. Allerdings benötigt jedes Fertigteilwerk auch das kompetente Fachpersonal, um Architekturbeton herzustellen.

Auch gibt es Betonwerke, die dünne Betonwerksteinfassaden (i.d.R. kleinformatig und unbewehrt) entsprechend DIN 18516-5, z.B. als Blockbeton, produzieren, anschließend sägen und weiterbearbeiten (z.B. Feinschleifen, Strahlen).

2. Vorteile durch den Einsatz von Dyckerhoff WEISS bei Sichtbetonoberflächen

Grundsätzlich gelten für die Herstellung von weißem Sichtbeton die gleichen Regeln wie für grauen Sichtbeton. Dyckerhoff WEISS mit den Normbezeichnungen CEM I 42,5 R, CEM I 52,5 N oder CEM I 52,5 R sind Portlandzemente und als Normzemente gemäß EN 197-1 für alle Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten verwendbar. Weißzement zeichnet sich auch dadurch aus, dass nur eisenfreie Rohstoffe (Kalkstein, Quarzsand, Kaolin) sowie ausschließlich Brennstoffe ohne verfärbende Komponenten zum Einsatz kommen. Zudem erfolgt die Herstellung mit einem speziellen Kühl- und Mahlverfahren. All dies sorgt für eine hohe Farbkonstanz.

Aufgrund seiner hohen Druckfestigkeit werden mit Dyckerhoff WEISS alle Druckfestigkeitsklassen der Betonnorm DIN 1045-2, also auch die höchste Festigkeitsklasse C 100/115 und darüber hinaus, zielsicher erreicht. Hierfür genügen die auch sonst üblichen Zementmengen. Durch seine Frühfestigkeit ist Dyckerhoff WEISS sowohl für die Herstellung schnell auszuschalender Fertigteile als auch für besonders anspruchsvolle Bauverfahren, z.B. den Freivorbau, geeignet. Dieser Beton hat die gleichen technologischen Eigenschaften wie Beton mit grauem Portlandzement, dies gilt auch bezüglich Schwinden und Kriechen. Auch die Beständigkeit des Weißbetons gegenüber Frost- und Tausalzangriffen unterscheidet sich nicht von der des grauen Betons.

Ein hochwertiger Beton mit Weißzement wird immer mit besonderer Aufmerksamkeit und Sorgfalt eingebaut. Der Einsatz von Dyckerhoff WEISS wirkt sich zudem positiv auf die Gleichmäßigkeit der Farbtönung von Betonoberflächen aus. Die unterschiedlichen Wasserhaushalte auf der Betonoberfläche – insbesondere bei nicht saugenden Schalungen – fallen bei hellen Betonen nicht so deutlich auf wie bei dunklen Betonen. Auch sind die optisch wenig ansprechenden Kalkausblühungen bei weißem Beton aufgrund der Kontrastminimierung fast nicht sichtbar. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass sich Architekten und Bauherren die Kosten für einen Anstrich und die damit verbundenen späteren Unterhaltskosten sparen.

Zu Farbunterschieden kommt es häufig, wenn man dunkle Zemente oder hochpigmentierte Betone in Verbindung mit glatten Schalungen verwendet. Hohe Luftfeuchten, niedrige Temperaturen und lange Einschalzeiten verstärken diese Farbunterschiede. Solche Betone sollte man daher möglichst früh hydrophobieren, um weiße Kalkausblühungen zu vermindern. Bei Fertigteilen geschieht dies im Werk, bei Ortbeton auf der Baustelle.

Kindergarten, Schweiz

Hochwasserschutzwände, Wisperndorf

Wohnhäuser, Schweiz

3. Sichtbeton in Planung und Ausschreibung

Bereits bei der Planung legen Architekten und Bauherren die Sichtbetonflächen und ihre besondere Gestaltung fest. Schon hier sollte der Erfahrung Rechnung getragen werden, dass gerade glatt geschalte und nicht unterteilte graue und hoch pigmentierte Sichtbetonflächen schwieriger herzustellen sind. Farbunterschiede fallen dann stärker ins Auge.

3.1. Betonzusammensetzung

3.1.1. Zement

Als Bindemittel werden Zemente nach EN 197-1 bzw. bauaufsichtlich zugelassene Zemente verwendet. Die üblichen Zemente besitzen graue Farben in den verschiedensten Nuancen. Wichtig ist, dass sich Zementart und Herstellwerk in der Bauphase nicht ändern dürfen. Weitaus größeren gestalterischen Spielraum erlaubt dagegen der Weißzement Dyckerhoff WEISS. Dieser weiße Portlandzement gewährleistet durch eine spezielle Rohstoffauswahl (niedriger Eisenoxidgehalt), ein besonderes Ofenkonzept und schlussendlich ein für dieses Verfahren geeignetes Mahlkonzept eine hohe Farbgleichmäßigkeit.

3.1.2. Gesteinskörnung

Beton besteht zu ca. 70 Vol.-% aus Gesteinskörnungen nach DIN-EN 12620. Die Komponente „Gestein" ist daher für den farbigen Beton ein ganz entscheidender Faktor. Die meisten Gesteinskörnungen liefert die Natur in Form von Kalkstein, Quarz, Basalt, Granit oder Porphyr. Die Farbe der Gesteinskörnung kommt erst durch eine Bearbeitung der Betonoberflächen zur Geltung. Dabei zeigt jedoch auch die Gesteinskörnung, in Abhängigkeit von der Bearbeitungsart, unterschiedliche Farbintensitäten.

Ausschreibungsbeispiele:

- gelbe Gesteinskörnungen: Singhofener Quarz, Größtkorn 8 mm oder Juragelb, Größtkorn 15 mm;
- weiße Gesteinskörnung: Erzgebirgsmarmor, Cramberger Quarz oder Nordisch Weiss, Größtkorn 12 mm;
- grüne Gesteinskörnung: Lichtgrün, Größtkorn 15 mm.

Gleichmäßige Mehlkorn- und Feinstsandanteile < 0,25 mm sind für die farbliche Wirkung schalungsglatter Betone von besonderer Bedeutung. Gerade beim Einsatz von Dyckerhoff WEISS spielt die Farbe von Mehlkorn und Feinstsand

4 Feingewaschener Beton, Mannheim
5 Gesäuerter Beton, Mannheim

1 Musiktheater, Linz
2 Drachenfelsplateau, Königswinter
3 Hochschule für angewandte Wissenschaften, Würzburg
4 Mahnmal, Herne
5 Stampfbeton, Wachendorf
6 Forum :terra nova, Elsdorf
7 Detailansicht (Oberfläche grob bearbeitet), Forum :terra nova, Elsdorf

Schwimmbad, München

Hochschule, Riedberg

Schule, Pforzheim

(bis 0,25 mm) sowie des Sandes (0 bis 2 mm oder 0 bis 4 mm) eine nicht zu vernachlässigende Rolle. So ergibt gelber Sand einen warmen Weißton und grauer Sand einen kalten Weißton. Beim Einsatz von Dyckerhoff WEISS sollte möglichst die Sandfarbe vorab festgelegt werden. Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist dabei auch die regionale Verfügbarkeit zu beachten (z.B. Mainsand ist gelblich, Rheinsand ist grau). Gebrochene Sande müssen bezüglich der Mehlkornanteile (Menge und Gleichmäßigkeit) besonders überwacht werden.

Bei bearbeiteten Oberflächen ist es äußerst wichtig, die Gesteinskörnung für das gesamte Objekt zu bevorraten und aus einem Vorkommen mit möglichst geringen Farbschwankungen zu beziehen. Dabei muss auch sichergestellt sein, dass in der Gesteinskörnung keine verfärbten oder färbenden Bestandteile, wie z.B. Pyrit oder Holzkohle, enthalten sind.

3.1.3. Zusatzstoffe

3.1.3.1. Pigmente

Durch die Zugabe von Pigmenten entsprechend DIN-EN 12878 in die Betonmischung kann der gewünschte Farbton des Zementsteins zusätzlich ausgesteuert werden. Pigmente sind je nach Farbton ca. 10- bis 20-mal feiner als Zementpartikel und erreichen dadurch eine erheblich größere spezifische Oberfläche. Aus diesem Grund sind oft nur geringe Pigmentzugaben erforderlich, um eine ansprechende farbliche Wirkung zu erzielen.

Als Pigmente werden überwiegend synthetische, anorganische Eisenoxide sowie Kobaltblau, Chromoxidgrün und Titandioxid verwendet. Wichtig ist, den Farbton und die Menge festzulegen, z.B. Eisenoxidgelb (2 Gew.-% auf den Zement bezogen), Chromoxidgrün (3 Gew.-% auf den Zement bezogen). Die Kosten für Pigmente sind von den verwendeten Rohstoffen abhängig. Pigmente treten beim Einsatz von Dyckerhoff WEISS brillanter als bei Grauzement in Erscheinung und ermöglichen eine sparsamere Pigmentdosierung. Die Pigmentmenge sollte sich am Sättigungswert von ca. 5 – 8 Gew.-% (auf den Zement bezogen) orientieren, um eine möglichst hohe Farbkonstanz zu erhalten. Zur Vermeidung von Kalkausblühungen sollte man bei pigmentierten Betonen die Oberflächen hydrophobieren.

Durch den Einsatz von Titandioxid im Beton (insbesondere im Weißbeton) werden organische Verunreinigungen auf der Betonoberfläche zu H_2O und CO_2 abgebaut. Außerdem werden durch photokatalytisch

4 Pigmentvarianten (Pulver, Compact, Granulat, Flüssigfarbe)
5 Testflächen, Betone mit Titandioxid

Schalung und Beton: Seekieferstruktur, Radolfzell

Schalung: Brettstruktur, Schweiz

Gestrahlter Sichtbeton mit Dyckerhoff WEISS, Flugasche und rotem Granitsand, Berlin

aktive Betonoberflächen Stickoxide zu Nitraten und Nitriten oxidiert, in der Betonoberfläche fixiert und durch den nächsten Regen abgewaschen. Diese Vorteile werden zur Zeit im Wiesbadener Wilhelm Dyckerhoff Institut gemeinsam mit Industriepartnern und Hochschulen in einem vom BMBF geförderten Projekt erforscht.

3.1.3.2. Flugasche

Flugasche, wie sie als Nebenprodukt in Kohlekraftwerken entsteht, sollte im Falle eines Einsatzes als Betonzusatzstoff möglichst kugelförmig, gleichmäßig und von gleicher Farbe sein. Außerdem muss sie aus jeweils gleichen Kraftwerksblöcken stammen.

3.1.3.3. Gesteinsmehle

Gesteinsmehle wie Marmor- oder Quarzmehle, die nur eine dezente Einfärbung ermöglichen, werden relativ selten eingesetzt. Wichtig ist dabei, dass die Korngrößenverteilung möglichst konstant ist. Zusätzlich ist darauf zu achten, dass Gesteinsmehle wegen der möglichen Verklumpungsgefahr im Silo gelagert werden. Bei der Verwendung von selbstverdichtenden Betonen (SVB) kommen verstärkt Gesteinsmehle zum Einsatz. Deren Farbigkeit kommt in Kombination mit Dyckerhoff WEISS besonders gut zum Ausdruck.

3.1.4. Zusatzmittel

Betonzusatzmittel beeinflussen die Betoneigenschaften durch ihre chemische und/oder physikalische Wirkung. Beim Einsatz von Dyckerhoff WEISS sollten möglichst helle Zusatzmittel eingesetzt werden. Die Farbe des Zusatzmittels darf während der Ausführung nicht verändert werden. Beispiele für Zusatzmittel sind Fließmittel, Entschäumer und Schwindreduzierer.

Zemente mit gleichen Festigkeitsklassen, aber von unterschiedlicher Herkunft können mit den gleichen Zusatzmitteln (z.B. Fließmitteln) bei unterschiedlichen Temperaturen (5 °C, 20 °C, 30 °C) sehr unterschiedlich reagieren. Deshalb müssen hier vorab entsprechende Eignungsprüfungen durchgeführt werden.

3.2. Schalung

Beton zeigt nach dem Entschalen auf seinen Sichtbetonflächen eine aus Zementstein und dem Feinstsandanteil der Gesteinskörnung gebildete Mörtelschicht, deren Textur im Wesentlichen mit dem Abbild der verwendeten Schalung übereinstimmt. Deren zu erwartender Einfluss sollte vom Planer in Schalungsmusterplänen dargestellt werden.

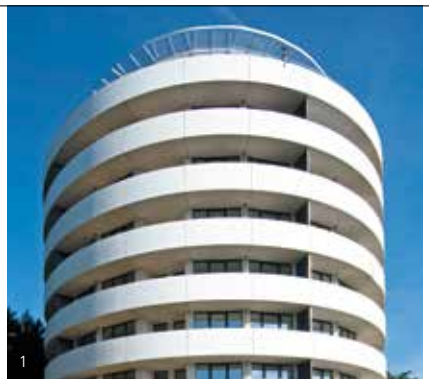
Sichtbetone sollten möglichst schnell, in Abhängigkeit von der Festigkeitsentwicklung des Betons und der geforderten Nachbehandlung, ausgeschalt werden.

3.2.1. Schalungsmusterplan

Bei Ortbeton ist der Schalungsmusterplan Teil der Leistungsbeschreibung oder Teil der bautechnischen Unterlagen. In diesem Plan sollen ergänzend zur textlichen Beschreibung und zum Schalplan die geforderten Merkmale der Schalung bzw. der Sichtbetonfläche vom Planer festgelegt werden.

Aus gestalterischen, handwerklichen und wirtschaftlichen Gründen sollten bei der Planung möglichst marktgängige Schalungsraster berücksichtigt werden. Neben konventionell hergestellten Schalungen werden heute hauptsächlich Systemschalungen (Rahmen- oder Trägerschalungen) eingesetzt.

Rahmenschalungen bestehen aus Metallrahmen mit Aussteifungen in vorgegebe-



SVB, schalungsglatt, Krems

Schalung: Brettstruktur, Kassel

Leichtbeton, schalungsglatt, Blaibach

ner Elementgröße, eingelegter Standardschalungshaut und vorgegebenen Ankerstellen. Für Eckausbildungen werden Eckelemente verwendet.

Trägerschalungen bestehen aus Holz- oder Metallträgern und Stahlgurtungen. Es können objektbezogene Schalungselemente in unterschiedlichen Abmessungen gefertigt werden. Die Art der Schalungshaut ist hierbei frei wählbar. Für SB 3 und SB 4 werden häufig Trägerschalungen eingesetzt.

3.2.2. Schalungshaut

Bei der Auswahl der geeigneten Schalungshaut sind besonders die Unterschiede hinsichtlich des Saugverhaltens zu beachten.

Eine saugende Schalungshaut ermöglicht den Entzug von Luft und/oder Überschusswasser aus der Betonrandzone und fördert so die Herstellung von Oberflächen mit wenig Poren sowie einem relativ gleichmäßigen Farbton (z.B. bei Brettschalungen).

Eine nicht saugende Schalungshaut dagegen ermöglicht die Herstellung nahezu glatter Oberflächen. Sie begünstigt aber auch die Entstehung von Poren, Lunkern, Marmorierungen, Wolkenbildungen und Farbtonunterschieden.

In diesem Zusammenhang sollte nachfolgenden Hinweisen zur Bauausführung besondere Beachtung geschenkt werden:

- Neue saugende Holzschalungen müssen durch das Auftragen einer Zementschlämme vor dem Ersteinsatz künstlich „gealtert" werden.
- Neue und alte Schalungen sollten wegen des unterschiedlichen Einflusses auf die Farbe der Sichtbetonfläche nicht nebeneinander zum Einsatz kommen (unterschiedliches Saugverhalten).
- Trennmittel sind nur dünn und gleichmäßig aufzutragen. Vor Einsatz eines Trennmittels ist dessen Eignung zu beurteilen, z.B. Einfluss auf Farbe und Porenbildung an der Oberfläche. Die Trocknungszeiten sind zu beachten.
- Die Schalungsanker sollen in einem regelmäßigen Raster oder nach einem im Schalungsmusterplan vorgegebenen Raster eingebaut werden.
- Schalungsstöße sind so auszubilden, dass die Anforderungen der Leistungsbeschreibung, z.B. an die Abdichtung, erfüllt werden.
- Die Verschraubung der Großflächenschalung sollte festgelegt werden (von vorne/von hinten).
- Beim Einsatz von Kunststoff-Schalungshäuten erzielt man tendenziell hellere und gleichmäßigere Betonoberflächen.

4 Säule mit Struktur, Algier
5 Bürogebäude, Amberg

1 Figurengruppe und Kaufhaus Tyrol, Innsbruck
2 Kantine, Leoben
3 Bibliothek, Stuttgart
4 Nordbahnhof, Ingolstadt
5 Detailansicht (Travertinstruktur), Nordbahnhof, Ingolstadt

Gestockter Beton, Frankfurt

Gestrahlter Beton, Berlin

Gespitzter Beton, Köln-Blumenberg

3.3. Oberflächenbearbeitung

Von einer Oberflächenbearbeitung spricht man, wenn die Betonoberfläche am grünstandfesten bzw. ausgehärteten Beton mechanisch, thermisch und/oder chemisch bearbeitet wird. Die Gründe, warum Betonoberflächen überhaupt bearbeitet werden, sind vielfältig. So kommt die Farbe der Gesteinskörnung erst durch eine Bearbeitung der Betonoberfläche zur Geltung und die Farbgebung wird i.d.R. insgesamt gleichmäßiger. Zudem treten bei bearbeiteten Oberflächen die Ausblühungen in den Hintergrund.

Die verschiedenen Möglichkeiten, Betonoberflächen zu bearbeiten, reichen von Schleifen und Polieren über Feinwaschen, Strahlen und Säuern bis hin zum Spitzen, Stocken oder Scharrieren. Feinwaschen mit Abtragstiefen von 1 bis 2 mm ist eine der gängigsten Bearbeitungsarten im Fertigteilwerk. Die Oberfläche erhält dabei eine sandsteinähnliche Struktur. Bei grobem Auswaschen wird eine Ausfallkörnung verwendet, das Grobkorn wird knapp zur Hälfte freigelegt. Bei gewaschenen Betonoberflächen dominieren immer die Gesteinskörnungen und deren Eigenfarbe.

Absäuern entfernt weit weniger Zementhaut, lediglich die Oberfläche wird dadurch künstlich angeraut. Stärker „angegriffen“, etwa im Vergleich zum Feinwaschen, wird die Betonoberfläche beim Sandstrahlen. Bei dieser Methode werden auch die Oberflächen der Gesteinskörnungen mit aufgeraut und erhalten eine matte Optik.

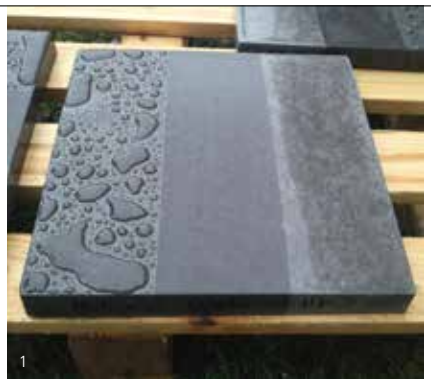
Die genannten Bearbeitungsarten entfernen also mehr oder weniger Zementstein, legen die Gesteinsoberflächen frei, lassen aber bis auf das Aufrauen die Gesteinskörnungen intakt.

Spitzen, Stocken und Scharrieren schaffen hingegen neue Oberflächen. Bei diesen steinmetzmäßigen Bearbeitungsarten werden mit verschiedenen handwerklichen oder industriellen Werkzeugen die ursprünglichen Betonoberflächen entfernt und die Gesteinskörnung freigelegt. Die verbleibenden Spuren der Bearbeitung strukturieren die Oberfläche und verleihen ihr eine individuelle Note. Die Bearbeitungsart hat somit einen entscheidenden Einfluss auf die Betonüberdeckung der Bewehrung und ist entsprechend zu berücksichtigen. Ausgeblutete Schalungsstöße lassen sich auch durch eine nachträgliche Oberflächenbearbeitung nicht kaschieren. Deshalb sollte das Abdichten der Schalungsstöße ebenfalls ausgeschrieben werden.

4 Herstellung von Fotobeton
5 Auswaschen des Fotobetons

1 Tour Total, Berlin
2 Einfamilienhaus, Köln
3 Geschliffene Decke und Wand, Münster
4 Therapiezentrum, Freiburg
5 Gefräster Bodenbelag, Innsbruck

Gleiche Betonzusammensetzung mit unterschiedlichen Oberflächenbearbeitungen.
Von links nach rechts: schalungsglatt, gestrahlt, feingewaschen, gesäuert, feingeschliffen, scharriert, gespitzt.



Erprobungsflächen für Oberflächenbehandlung

Erprobungsfläche für Ortbeton

Erprobungsflächen für Fertigteile

3.4. Oberflächenbehandlung

Fälschlicherweise wird oft eine Oberflächenbearbeitung als Oberflächenbehandlung bezeichnet. Die Möglichkeiten einer Oberflächenbehandlung werden u.a. in der DIN V 18 500 abgehandelt. Die Norm erwähnt Polierwachs, Fluat, Oxalat, Polymerversiegler, Imprägniermittel, Hydrophobierungsmittel oder Nanokomposite. Ziele einer solchen Behandlung können z.B. sein:

- Anti-Graffiti-Schutz
- Hydrophobierung
- Schmutz- oder Ölabweisung
- Beschichtung.

Zu beachten ist, dass Oberflächenbehandlungen die Farbe des Betons verändern können. Man spricht dabei vom sogenannten „Nasseffekt". Die Produkte sollten vergilbungsfrei sein. Dazu sind Vorversuche erforderlich. Will man den geforderten Nutzen (z.B. Schmutzabweisung ohne Farbveränderung) erreichen, kann es sinnvoll sein dies auch so auszuschreiben.

Zudem ist bei der Art der Oberflächenbehandlung zu beachten, ob die Betone mit Titandioxid hergestellt wurden, welches in der Lage ist, organische Bestandteile auf der Oberfläche zu zerstören.

3.5. Erprobungs- und Referenzflächen

Der Auftraggeber kann im Vorfeld der Ausführung vereinbaren, gesondert zu vergütende Erprobungs- und Referenzflächen herstellen zu lassen, um seine Erwartungen an die Beschaffenheit der im Leistungsverzeichnis beschriebenen Sichtbetonflächen zu verdeutlichen. Erprobungs- und Referenzflächen sollten eine der Maßstäblichkeit entsprechende Mindestgröße besitzen und unter gleichen Lage- und Herstellungsbedingungen wie die entsprechenden Bauteile betoniert werden.

Der Auftraggeber hat auch die Möglichkeit auf bestimmte, bereits an anderer Stelle errichtete Vergleichsbauwerke zu verweisen. ACHTUNG: Die Übertragbarkeit von Ergebnissen bei Vergleichsbauwerken auf neu zu errichtende Bauwerke ist jedoch nur bedingt möglich, da die Herstellungsbedingungen (z.B. Witterung) in der Regel nicht vergleichbar sind.

Bei der Herstellung von Sichtbeton in Fertigteilbauweise sollte ein Element in Originalgröße als Referenzfläche ausgeschrieben und hergestellt werden.

4. Ausführung

4.1. Beton

Der Beton muss so zusammengesetzt sein, dass die Konsistenz und das Größtkorn dem Einbauverfahren und der Bauteilgeometrie angepasst ist, damit er sich beim Einbau und Verdichten nicht entmischt und die Wasserabsonderung minimiert wird. Er muss in gleichbleibender Zusammensetzung und Konsistenz angeliefert und verarbeitet werden. In der Praxis haben sich folgende Maßnahmen bewährt:

- Einsatz von „robusten" Betonsorten;
- Einsatz von Betonen mit ausreichendem Mehlkorngehalt, um Sedimentationsneigung und Wasserabsonderung möglichst gering zu halten;
- Einsatz von Betonen, die einen ausreichend hohen Mörtel- und Leimgehalt aufweisen;
- w/z-Wert = 0,55 möglichst nicht überschreiten. Praxiserfahrungen haben gezeigt, dass Schwankungen des Wasserzementwertes von Δ w/z = ± 0,02 bei dunklen Sichtbetonen bereits zu deutlich erkennbaren Abweichungen im Farbton führen können;
- kein Einsatz von Restwasser und Restbeton;

1 Referenzflächen, Fertigteile, Zürich
2 Referenzflächen, Berlin
3 Erprobungsflächen Fugenverschluss
4 Feingeschliffener Ortbeton, Frankfurt
5 Selbstverdichtender Hochleistungsbeton, Zollfeld

„Robuster“ Frischbeton

Betonieren mit Schlauch

Rahmenschalung

– Einsatz von verringertem Größtkorn bei einer Anschlussmischung;
– Wahl einer Einbaukonsistenz F3 und höher;
– Der Einsatz von LVB (leicht verdichtbarem Beton; F5/F6) oder SVB (selbstverdichtendem Beton) für Sichtbeton durch Firmen mit entsprechender Erfahrung bringt Vorteile;
– Die Abweichung vom vereinbarten Ausbreitmaß a sollte bei der Übergabe nicht größer als Δ a = ± 20 mm sein;
– Zusätzlich zu den geforderten Erstprüfungen sind für SB 4, gegebenenfalls auch für SB 3, weitere Prüfungen notwendig, z.B. zur Beurteilung der Wasserabsonderung und der Sedimentation (Prüfung der Blutneigung entsprechend dem gesonderten DBV-Merkblatt);
– Ein Wechsel der Ausgangsstoffe bzw. der Zusammensetzung des Betons wirkt sich ebenfalls auf die Sichtbetonflächen aus;
– Für die Anlieferung des Betons sollten Transportbetonwerke mit kurzen Anfahrtswegen zur Baustelle bevorzugt werden;
– Bei hohen Bauteilen ist die freie Fallhöhe des Frischbetons durch geeignete Maßnahmen auf maximal 0,5 m zu begrenzen (Vermeidung von Spritzern auf der Schalungshaut und Lufteinschlüssen);
– Der Beton ist zügig in gleich hohen Schüttlagen einzubauen und zu verdichten (empfohlene Schüttlagenhöhe 0,50 m);
– Schalungsdruck beachten (z.B. bei SVB); gegebenenfalls messen und bei Bedarf die Schüttgeschwindigkeit reduzieren;
– Bei geneigten Schalungen (Deckelschalungen) kann der Einsatz von Schalungsrüttlern, insbesondere Luftrüttlern, die Porenbildung reduzieren;
– Vermeidung der Verschmutzung der Sichtbetonflächen durch auslaufenden Zementleim oder -mörtel („Betonnasen“) bei nachfolgenden Betoniervorgängen. Aufgetretene Verschmutzungen sind im frischen Zustand mit Wasser zu entfernen.

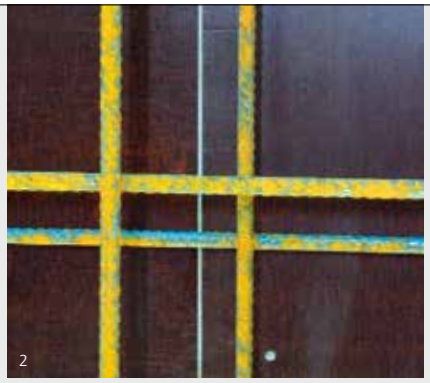
Mit dem Betonhersteller sind folgende Abstimmungen erforderlich:
– Lieferabstände der einzelnen Mischfahrzeuge in Abhängigkeit von der Baustellenzufahrtsmöglichkeit, der Förderart und den Bauteilabmessungen;
– auch bei Mischern mit sehr guter Mischwirkung sollte die Mischdauer je Charge 60 Sek. nicht unterschreiten;
– Bestellung und Anlieferung des Frischbetons nach Zielwert der Konsistenz;
– Einhaltung einer maximalen Schwankung des festgelegten Ausbreitmaßes a von Δ a = ± 20 mm durch die Kontrolle im Werk und auf der Baustelle (bei SB 4 jeweils jedes Fahrzeug);
– Vorgehensweise bei Ausfall des Lieferwerkes (Ersatzlieferwerk usw.);
– eventuell Befüllung der Betonpumpe mit zwei Mischfahrzeugen.

4.2. Schalung

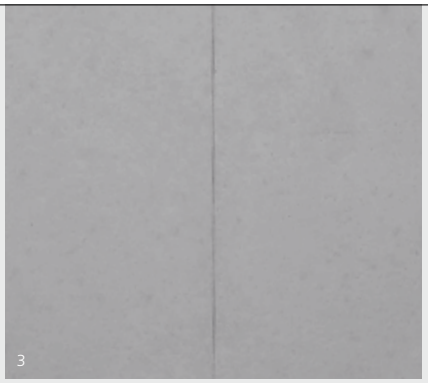
Schalung, Schalungshaut und deren Montage sind so zu wählen, dass die Anforderungen des Leistungsverzeichnisses und ggf. des Schalungsmusterplans an die Sichtbetonflächen erfüllt werden. Dies gilt auch für Schalungsstöße und Schalungshautfugen.

Ausführungstechnisch müssen für die Schalung und die Schalungshaut zusätzlich folgende Aspekte berücksichtigt werden:
– Vor jedem Einsatz sind die Schalung und die Schalungshaut auf Tauglichkeit (Verformungen und Beschädigungen) entsprechend den Schalungshautklassen 1–3 zu prüfen.

Ankerstelle, Rahmenschalung



Abgedichteter Schalungshautstoß

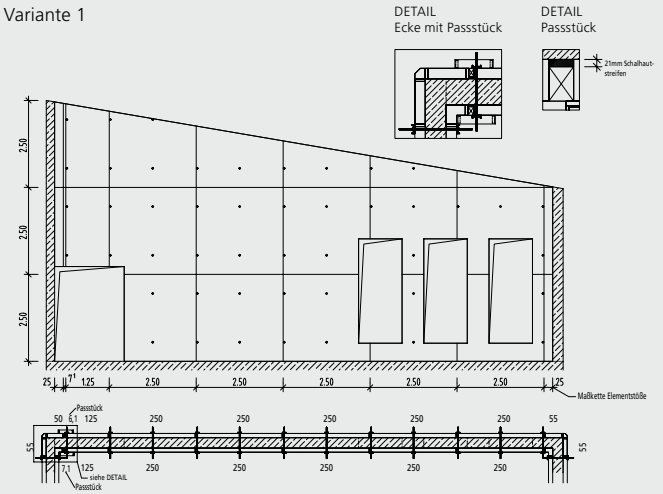


Betonbild, abgedichteter Schalungshautstoß

- Die Schalung ist fachgerecht zu lagern.
- Bei Anwendung der Regelungen von DIN 18 202 sind Toleranzen aus Normen für Bauhilfsstoffe wie Schalungen zusätzlich zu berücksichtigen und geeignete Schalungssysteme zu verwenden.
- Bei geschnittenen Schalungsplatten müssen die nachgeschnittenen Kanten je nach Sichtbetonklasse gegebenenfalls versiegelt werden.
- Abdichtungen (Silikon oder komprimierbare, geschlossenzellige Einlagen) erhöhen die Dichtheit der Schalungshaut- bzw. Schalungsstöße, Arbeitsfugen und Ankerkonen.
- Saugende Schalungshaut ist vorzunässen. Hierbei ist das Quell- und Schwindverhalten von Holzwerkstoffen zu berücksichtigen.
- Neue und alte Schalungshautplatten und auch solche verschiedener Hersteller sollten wegen des unterschiedlichen Einflusses auf die Textur und den Farbton der Sichtbetonflächen nicht nebeneinander eingesetzt werden.
- Vor Einsatz eines Trennmittels ist dessen Eignung zu beurteilen. Trennmittel sind nach Herstellerangaben zu verwenden. Sie sind gleichmäßig dünn aufzubringen und müssen trocknen können.

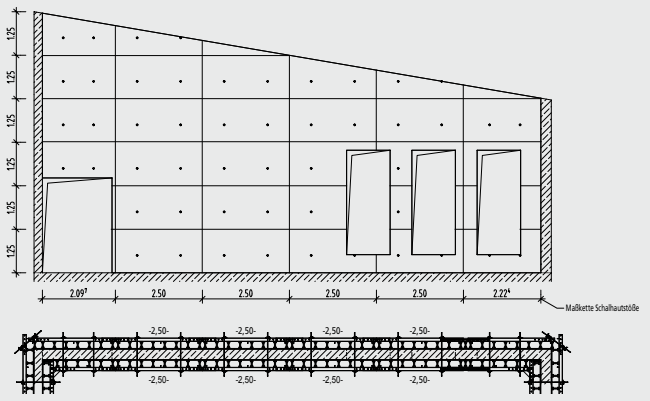
Schalungsmusterplan, Variante 1

Rahmenschalung
(Beispiel MEVA-Mammut)
unter Verwendung
Elemente 2,50*2,50

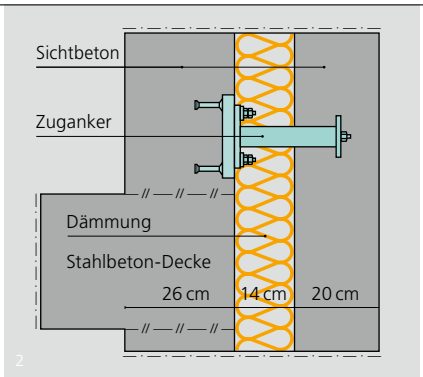


Schalungsmusterplan, Variante 2

System-Trägerschalung
(Beispiel DOKA) als
Sonderelement
Regelelementbreite 2,50
Schalungshaut 2,50*1,25



Konen aus Faserbeton



Regeldetail Zuganker, Ortbeton

Lagerung mit Abstandhalter (nicht auf Holz)

– Unmittelbar vor der Betonage ist die Sauberkeit der Schalung zu prüfen (Drähte, Rost, Sägemehl, Blätter, Blütenstaub, Eis usw.).
– Reinigungsöffnungen sollten eingeplant werden.

4.3. Bewehrung und Einbauteile

Bewehrung und Einbauteile sind gegen Verschiebung und Verformung in der Schalung zu sichern. Dazu gehört u.a. die Verwendung einer ausreichenden Anzahl geeigneter Abstandhalter und deren planmäßige Anordnung (siehe auch DBV-Merkblatt „Abstandhalter").

Zu beachten ist:
– Die Auflagerungspunkte und -flächen der Abstandhalter sind im Allgemeinen an der Betonoberfläche erkennbar. Ein Probeeinsatz zur Vorlage und Abstimmung mit dem Auftraggeber wird empfohlen.
– Abstandhalter können sich in eine weiche Schalungshaut eindrücken;
– Abstandhalter aus Faserbeton sind zu bevorzugen. Die Farbe des Abstandhalters richtet sich nach der Betonfarbe.
– Abstandhalterart und -zahl hängen u.a. von der geometrischen Form der Bewehrung ab.
– Für SVB sind nur geeignete Abstandhalter zu verwenden.
– Bei längeren Standzeiten besteht bei horizontalen Bauteilen die Gefahr, dass Rostpartikel vom Bewehrungsstahl auf die Schalung fallen und nicht entfernt werden können. Sie führen zu sichtbaren Rostverfärbungen an den Untersichten.
– Beim Einbau der Bewehrung ist im Hinblick auf die geforderte Sichtbetonklasse gegebenenfalls besondere Sorgfalt notwendig.

Beim Verlegen der Bewehrung sind Schütt- und Rüttelöffnungen möglichst gleichmäßig anzuordnen. Insbesondere bei Wänden und Stützen sind die Schüttöffnungen so zu dimensionieren, dass Schüttrohre eingeführt werden können und die Bewehrung beim Verdichten möglichst nicht durch Innenrüttler berührt wird. Die zu betonierenden Wanddicken müssen bei Bedarf erhöht werden.

4.4. Nachbehandlung

Eine gleichartige und gleichmäßige Nachbehandlung muss sichergestellt sein.

Flüssige Nachbehandlungsmittel dürfen nur eingesetzt werden, wenn durch Vorversuche nachgewiesen wurde, dass der Einsatz keine Beeinträchtigung der Sichtbetonflächen verursacht.

– Bei der Nachbehandlung durch Abdecken mit Folie dürfen sich keine Hilfsmittel wie Kanthölzer usw. auf den Flächen abzeichnen. Im Raum zwischen Betonoberfläche und Abdeckung darf keine Zugluft entstehen.
– Berühren Folien über längere Zeiträume die Betonoberfläche, so kommt es zu dunklen Verfärbungen.
– Ein Schutz vor Witterungseinflüssen (Niederschläge und Kondenswasser) kann bei jungen Ansichtsflächen der Sichtbetonklassen SB 3 und SB 4 erforderlich sein.
– Die vertikalen Sichtbetonflächen sind vor Verschmutzungen, z.B. durch Rosten der Anschlussbewehrung, zu schützen.
– Sichtbetonflächen sollten möglichst frühzeitig entschalt werden. Dabei sind die Grundsätze über die Ausschalfristen zu beachten.
– Zur Vermeidung von Kantenabbrüchen muss vorsichtig entschalt werden.

Falsche Nachbehandlung durch teilweise anliegende Folie

Schutz der Bauteile

Falsche Nachbehandlung durch teilweise dicht anliegende Säulenschalung

- Frisch entschalte Sichtbetonflächen sollten möglichst nicht mit Wasser in Berührung kommen.
- Fertige Sichtbetonflächen sind vor Verschmutzung und Beschädigung zu schützen. Bereits zur Nachbehandlung empfohlene Folien können einen Schutz darstellen.
- Auch Schilder mit der Aufschrift „Sichtbeton“ in verschiedenen Sprachen können wirksam sein.
- Zwischengelagerte Fertigteile werden zweckmäßigerweise stehend gelagert, jedoch so, dass eine Wasserabführung nicht über die Sichtfläche erfolgt.
- Als Abstandhalter oder Lagerholz zwischengelegte Holzteile rufen Flecken hervor, die auch nach längerer Zeit noch sichtbar bleiben. Es empfiehlt sich daher, bewährte Kunststoff-Abstandhalter oder -Stapelplatten, die die Sichtbetonfläche nur punktförmig berühren, zu verwenden.
- Klebebänder können Verfärbungen des Betons erzeugen.

4 Lagerhaltung Fertigteile, stehend, überdacht
5 Verfärbung durch nicht gereinigte Schalungshaut
6 Entfernte Rostspuren durch Feinschleifen, Decke

Textilbeton, Chemnitz

Betonwerksteinfassade, Potsdam

Sandwichfassade, Mannheim

5. Fertigteile

Bei der Planung einer Fassade aus Fertigteilen stehen grundsätzlich fünf verschiedene Konstruktionsprinzipien zur Auswahl:

- Sandwichelemente;
- großformatige, vorgehängte Betonfassadenplatten (d ≥ 80 mm, einlagig bewehrt; d ≥ 120 mm, zweilagig bewehrt);
- kleinformatige, vorgehängte Betonwerksteinplatten DIN 18516-5 (d ≥ 30 mm), Ankerdornbefestigung;
- kleinformatige, vorgehängte Betonwerksteinplatten (d ≥ 20 mm), Hinterschnittdübel mit Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall;
- großformatige Faser-, Textilbetonplatten (d < 15 mm) mit Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall.

4 Sandwichelemente, Mannheim
5 Faserbetonplatten, Prag
6 Sandwichelemente, Goldbach

Sandwichfassade, Mannheim

Sandwichelemente, Wetzlar

Sandwichfassade, Wendelstein

5.1. Sandwichelemente

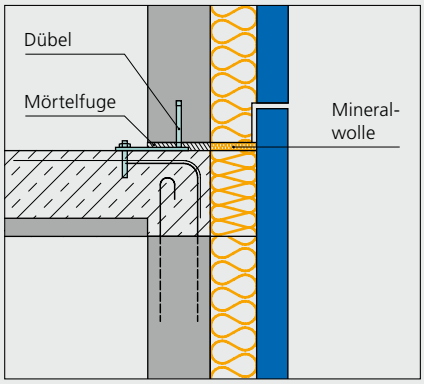
Sandwichelemente bestehen in der Regel aus drei untereinander verbundenen Schichten:

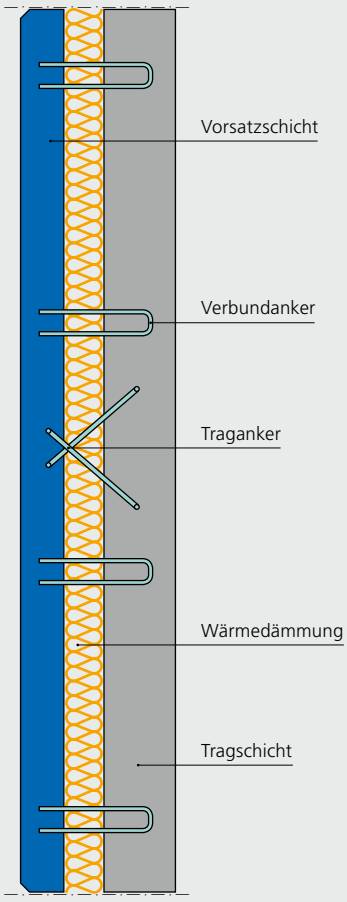
- Tragschicht (d: 120 – 250 mm)
- Wärmedämmschicht (d: 60 – 290 mm)
- Vorsatzschicht (d ≥ 80 mm)

Zu planende Details:

- Deckenanschluss
- Fensteranschlag
- Sonnenschutz
- Fugenausbildung
- Fugenverschluss
- Wasserablauf

Deckenanschluss





Siehe hierzu auch die Merkblätter der FDB (Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.)
www.fdb-fertigteilbau.de

Mexikanische Botschaft, Berlin

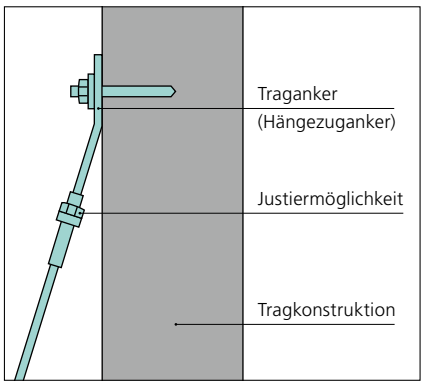
Bürogebäude, Frankfurt

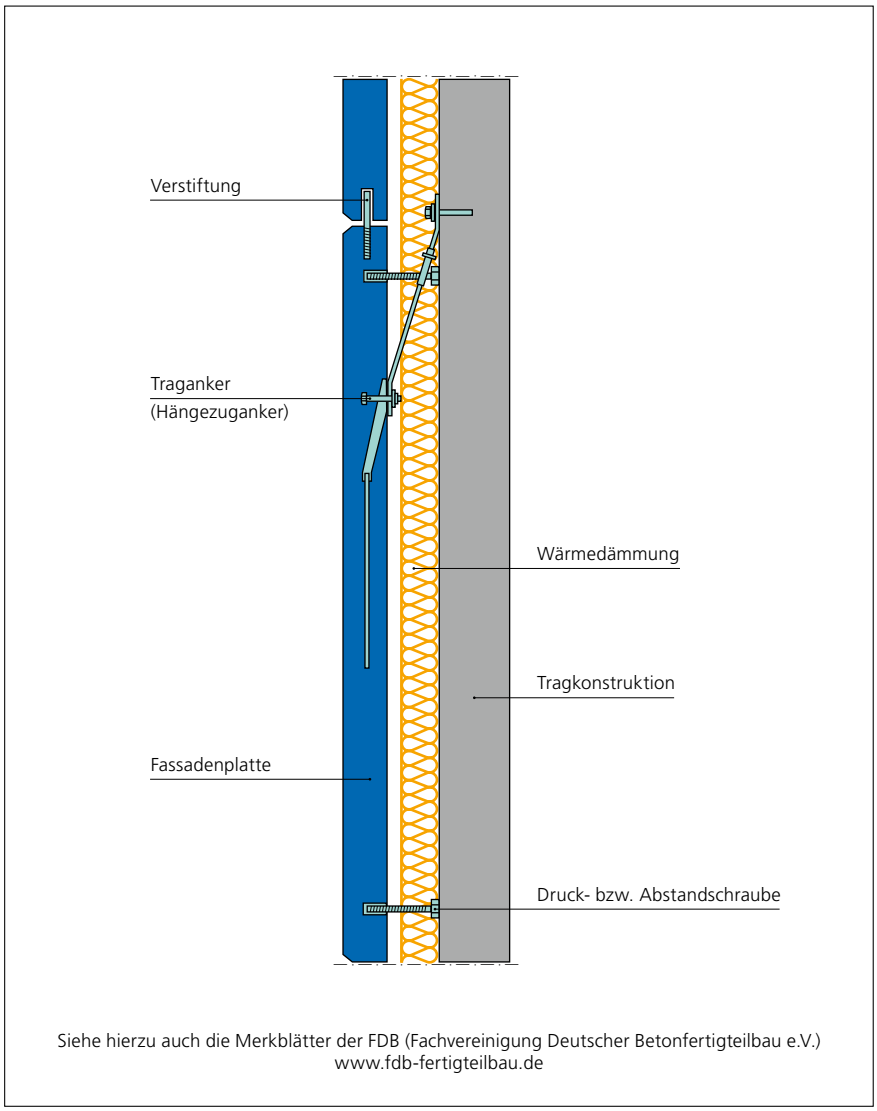
Bürogebäude, Georgsmarienhütte

5.2. Großformatige, vorgehängte Betonfassadenplatten (d ≥ 80/120 mm)

Die bewehrten Fassadenplatten werden nachträglich an der Tragschicht (Betonfertigteil oder Ortbeton) befestigt. Dem höheren Aufwand steht die größere Gestaltungsfreiheit gegenüber.

Vorgehängte Betonfassade





Siehe hierzu auch die Merkblätter der FDB (Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.)
www.fdb-fertigteilbau.de

Ankerdornbefestigung

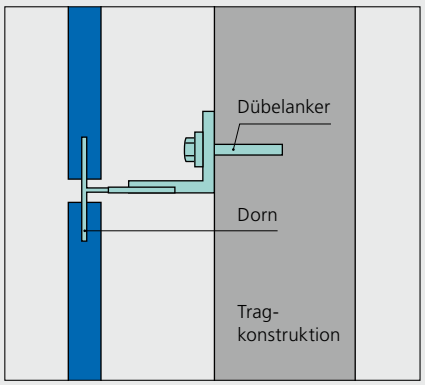
Bürogeäude, Ferchau

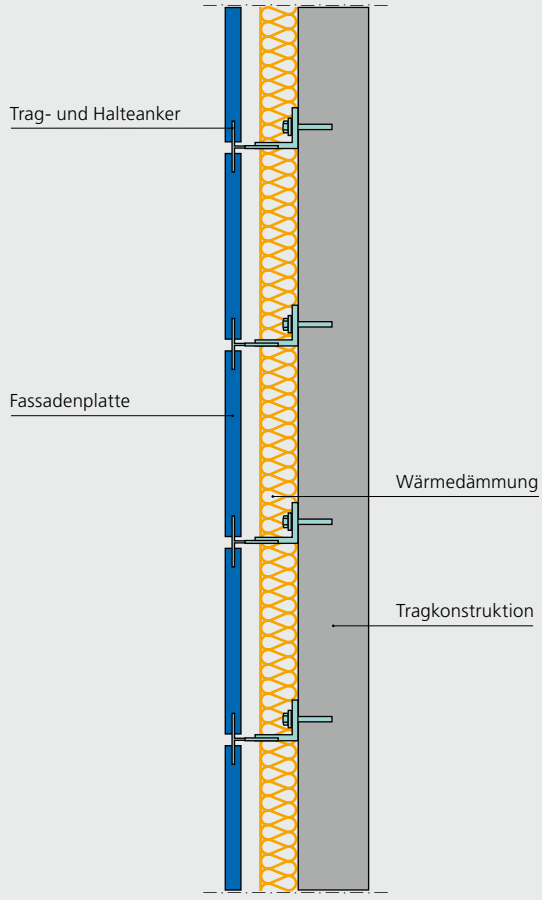
Universitätsklinikum, Frankfurt

5.3. Kleinformatige, vorgehängte Betonwerksteinplatten nach DIN 18516-5 (d ≥ 30 mm), Ankerdornbefestigung

Vorgehängte Betonwerksteinplatten werden in der Regel mit 4 Einzelankern (Ankerdornen) an der Unterkonstruktion befestigt. Alternativ können auch durchlaufende Hängeschienen verwendet werden.

Ankerdornbefestigung





Siehe hierzu auch die Merkblätter der FDB (Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.)
www.fdb-fertigteilbau.de

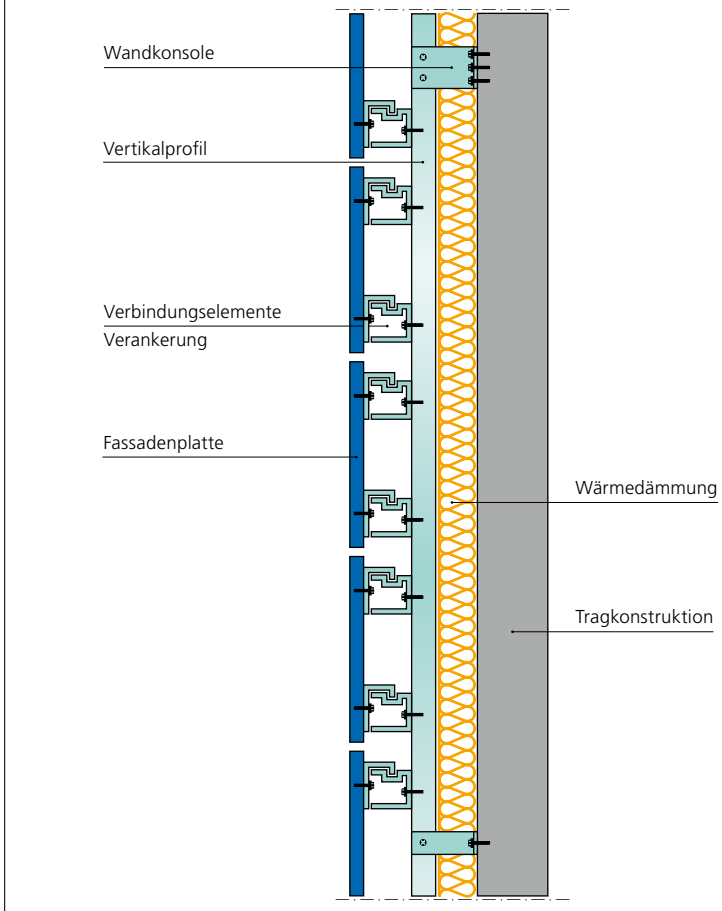
U-Bahn Station, Düsseldorf

Einkaufszentrum Sevens, Düsseldorf

Universität, Potsdam

5.4. Kleinformatige, vorgehängte Betonwerksteinplatten (d ≥ 20 mm), Hinterschnittdübel

Betonwerksteinplatten mit Hinterschnittdübeln werden in der Regel an Hängeschienen befestigt. Die Hinterschnittdübel (Fischer oder Keil) werden von hinten, quasi unsichtbar, an der Betonwerksteinplatte befestigt.



Siehe hierzu auch die Merkblätter der FDB (Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.)
www.fdb-fertigteilbau.de

Hinterschnittdübel

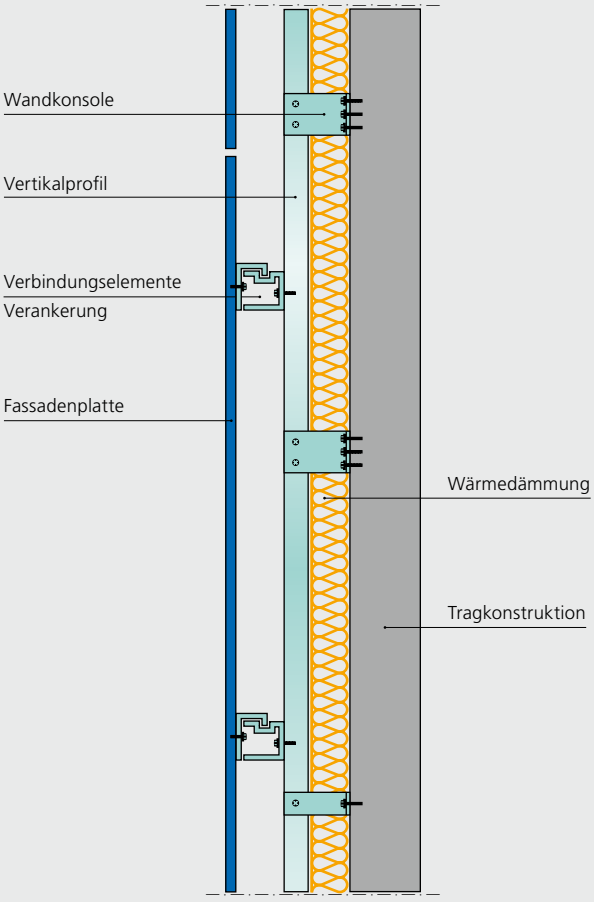
Kranhäuser, Köln

Rathaus, Linden

Veranstaltungssaal, Friedrichshafen

5.5. Großformatige Faser-, Textilbetonplatten (d < 15 mm)

Die Befestigung der Platten erfolgt mit Hinterschnittankern (wie 5.4), mit Nieten oder sie werden geklebt. Die Unterkonstruktion besteht in der Regel aus Metallschienen.



Siehe hierzu auch die Merkblätter der FDB (Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.)
www.fdb-fertigteilbau.de

Befestigung, unsichtbar mit Hinterschnittanker

Gestockter Beton, Kaiserkarree, Karlsruhe

Gestockter Beton, vorher

Gestockter Beton, nachher

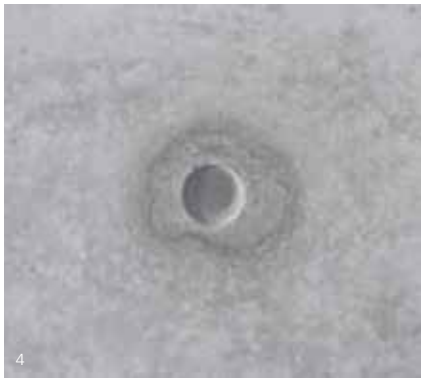
6. Betonkosmetik

Kleine Fehlstellen, die nicht wesentlich stören, sollten nicht ausgebessert werden, da die Korrektur oftmals störender wirkt, als die Fehlstelle selbst. Insbesondere ist der Zeitpunkt der Betonkosmetik und das Austrocknungsverhalten des Mörtels zu beachten. Ist die Ausbesserungsarbeit notwendig, sollte zunächst an einer wenig auffallenden Stelle die Wirkung der vorgesehenen Mörtelmischung erprobt werden. In der Regel eignet sich ein Mörtel, der dem des Bauwerksbetons entspricht, jedoch mit etwas steiferer Konsistenz. Die auszubessernde Stelle muss gut und so vorgenässt werden, dass sich keine Rinnsale auf der Betonoberfläche bilden. Mittlerweile gibt es zahlreiche Spezialisten, die sich mit dieser Thematik befassen.

Das Schließen der Spannstellen und Aussparungen der Anker sollte frühzeitig erfolgen. Dabei kann es optisch oft günstiger sein, diese Stellen durch eine sich sauber abzeichnende Vertiefung zu markieren, als den Mörtel bündig zu verreiben. Die Industrie bietet eine große Vielfalt an Faserbetonstopfen zum Verschluss der Ankerstellen an.

Normale Verschmutzungen lassen sich mit Warmwasser beseitigen. Rost und Kalkschleier lassen sich heute durch handelsübliche Reinigungsmittel entfernen. Kupferoxid kann nicht vollständig beseitigt werden. Bitumen, Fette, Öle und Binderfarbe lassen sich oberflächlich fast vollständig entfernen, ausgenommen sind die in die Kapillarporen eingedrungenen Anteile. Tinte und Bleistift können nur durch leichtes Schleifen, evtl. mit Schaumglassteinen, beseitigt werden.

4 Ankerstelle, vorher
5 Ankerstelle, nachher
6 Schalungsglatter Sichtbeton, vorher
7 Schalungsglatter Sichtbeton, nachher



Gesamteindruck aus dem üblichen Betrachtungsabstand zufriedenstellend

Einzelkriterium „Poren“ wird nicht geprüft

Angemessener Betrachtungsabstand: NS-Dokumentationszentrum, München

7. Beurteilung

Der Gesamteindruck einer Sichtbetonfläche ist das grundlegende Abnahmekriterium für die vereinbarte Sichtbetonklasse. Zu beachten ist, dass jedes Bauteil als Unikat (Wetter, Liefersituation usw.) zu beurteilen ist. Geringe Unregelmäßigkeiten – wie beispielsweise Textur oder Farbton – sind in allen Sichtbetonklassen charakteristisch.

Referenzflächen sind, wenn sie vertraglich vereinbart wurden, in die Beurteilung mit einzubeziehen. Hierbei ist zu beachten, dass die Oberflächenbeschaffenheit von Sichtbetonflächen nicht toleranzfrei reproduzierbar ist, da die Schwankungen der natürlichen Ausgangsstoffe, die zulässigen Abweichungen in der Betonzusammensetzung und die Auswirkungen von Schalungshaut, Trennmittel und Witterungsbedingungen keine vollkommen gleichmäßigen Oberflächenergebnisse zulassen.

Bei der Beurteilung der Sichtbetonflächen ist der Gesamteindruck aus dem üblichen Betrachtungsabstand maßgebend. Einzelkriterien werden nur geprüft, wenn der Gesamteindruck der Sichtbetonflächen den vereinbarten Anforderungen nicht entspricht. Der Gesamteindruck von Sichtbetonflächen wird aus angemessenem Betrachtungsabstand und unter üblichen Lichtverhältnissen beurteilt. Folgende Betrachtungsabstände haben sich in der Praxis bewährt:

Bauwerk: Die angemessene Entfernung entspricht dem Abstand, der erlaubt, das Bauwerk in seinen wesentlichen Teilen optisch zu erfassen. Dabei müssen die maßgebenden Gestaltungsmerkmale erkennbar sein.

Bauteile: Der angemessene Betrachtungsabstand ist derjenige, der bei üblicher Nutzung vom Betrachter eingenommen wird.

Die Beurteilung von Einzelkriterien soll bauteilbezogen erfolgen. In begründeten Fällen können die beteiligten Parteien auch eine andere Einteilung der Beurteilungsbereiche vereinbaren (z.B. geschossweise zwischen einzelnen Fugenabschnitten).

Bei der Beurteilung von Fertigteilfassaden sollte eine Referenzfassade in Originalabmessungen erstellt und auf der Baustelle errichtet werden.

8. Zusammenfassung

Besonders wirkungsvolle Sichtbetonflächen werden durch die Verwendung des weißen Portlandzements Dyckerhoff WEISS erzielt. Dieser ist als Normzement für Beton, Stahlbeton und Spannbeton geeignet und erlaubt die zielsichere Herstellung aller Betonfestigkeitsklassen.

Was bei der Herstellung des weißen und eingefärbten Betons zu beachten ist, erläutert dieser Aufsatz. Die entsprechenden Hinweise wurden um allgemein gültige Sichtbetonregeln ergänzt. So gelten sie auch für grauen Sichtbeton, der die gleichen technischen Eigenschaften aufweist wie weißer Beton.

Wer die Hinweise zu Planung und Ausschreibung, Schalung und Bewehrung, Betonzusammensetzung, Einbringen, Verdichten und Nachbehandeln von Sichtbeton beachtet, wird aus dem jeweiligen Bauwerk ein Unikat machen.

Bildnachweis:
1.1 Stefan Müller, 2.1 Dyckerhoff Weiss, 3.1 Klaus Lipa, 3.2 Dyckerhoff Weiss, 3.3 Rasmus Norlander
3.4 Dyckerhoff Weiss, 4.1 LUCEM, 4.2 | 4.3 | 4.4 Dyckerhoff Weiss, 5.1 Jörg Hempel, 5.2 Dyckerhoff Weiss,
5.3 Laumer, 6.1 Weropress, 6.2 Reckli, 6.3 Weropress, 6.4 | 6.5 Dyckerhoff Weiss, 7.1 Ralf Gamböck,
7.2 Dirk Krüll, 7.3 Dieter Leistner, 7.4 Thomas Schmidt, 7.5 | 7.6 | 7.7 Dyckerhoff Weiss, 8.1 Schwenk Beton,
8.2 Dyckerhoff Weiss, 8.3 InformationsZentrum Beton, 8.4 Scholz, 8.5 Dyckerhoff Weiss, 9.1 PERI,
9.2 Weropress, 9.3 Dyckerhoff Weiss, 10.1 Alfred Trepka, 10.2 Dyckerhoff Weiss, 10.3 Edward Beierle und
Jutta Görlich, 10.4 Europoles, 10.5 Voit, 11.1 Dyckerhoff Weiss, 11.2 RAUTER Fertigteilbau,
11.3 Dyckerhoff Weiss, 11.4 | 11.5 Wertach Fertigteilwerk, 12.1 | 12.2 Dyckerhoff Weiss, 12.3 Lukas Roth,
12.4 | 12.5 Dreßler Bau, 13.1 fiveandfriends GmbH | www.fiveandfriends.com, 13.2 Eschenauer,
13.3 Dyckerhoff Weiss | 13.4 Egenter, 13.5 Dyckerhoff Weiss, 14.1 Hebau, 14.2 Dyckerhoff Weiss,
14.3 Europoles, 15.1 Dreßler Bau, 15.2 | 15.3 Dyckerhoff Weiss, 15.4 Norbert Miguletz, 15.5 Stefan Heeß,
16.1 | 16.2 Dyckerhoff Weiss, 16.3 PERI, 17.1 | 17.2 | 17.3 Doka, 18.1 Max Frank, 18.2 Lammel,
18.3 | 19.1 | 19.2 | 19.3 Dyckerhoff Weiss, 19.4 Dreßler Bau, 19.5 | 19.6 Dyckerhoff Weiss, 20.1 TU Chemnitz,
20.2 | 20.3 Dyckerhoff Weiss, 20.4 Dreßler Bau, 20.5 Rieder Smart Elements, 20.6 Dreßler Bau,
21.1 Dyckerhoff Weiss, 21.2 Dreßler Bau, 21.3 Oliver Heinl, 22.1 Geithner Bau, 22.2 Hering Bau,
22.3 BWG Betonwerk, 22.4 | 23.1 | 23.2 | 23.3 | 24.1 Dyckerhoff Weiss, 24.2 Ducon,
24.3 | 24.4 Dyckerhoff Weiss, 25.1 | 25.2 Rieder Smart Elements, 25.3 Rudolph, 25.4 Frank Stronach,
26.1 LRO, 26.2 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 26.6 |26.7 Betonretusche, 27.1 | 27.2 Dyckerhoff Weiss,
27.3 Stefan Müller

Herstellernachweis:
1.1 Xaver Riebel, Heidelberger Beton, 2.1 Soludec, Beton Feidt, 3.1 Dobler, 3.2 Frischbeton Schwenk,
3.3 Rieder Smart Elements, 3.4 Stangl, 4.1 LUCEM, 4.2 | 4.3 BSS, Lichtner-Dyckerhoff, 4.4 Laumer,
5.1 W. Trautmann, Dyckerhoff Beton, 5.2 Hering AC, 5.3 Laumer, 6.1 Christoffel AG, 6.2 Reckli,
6.3 Christoffel AG, 6.4 | 6.5 Dreßler Bau, 7.1 | 7.2 Hemmerlein Ingenieurbau, 7.3 Benno Drössler, Otto Quast,
7.4 Müller-Altvatter, 7.5 Scheidtweiler, 7.6 | 7.7 Dyckerhoff Beton NL Rhein-Ruhr,
8.1 Wolfbauer, Frischbeton Schwenk, 8.2 Schwab-Stein, 8.3 Hering AC, 8.4 Scholz,
8.5 Rinn, Dyckerhoff Beton, 9.1 PERI, 9.2 Christoffel AG, 9.3 Füßler, 10.1 Alfred Trepka, 10.2 sibo-beton,
10.3 Zankl, 10.4 Europoles, 10.5 Voit, 11.1 Hering AC, 11.2 RAUTER Fertigteilbau, 11.3 Bögl,
11.4 | 11.5 Wertach Fertigteilwerk, 12.1 Leonhard Weiss, BNB, 12.2 Dreßler Bau, Teschner, 12.3 Holzmann,
12.4 | 12.5 | 13.1 Dreßler Bau, 13.2 Peter Eschenauer, 13.3 Hofschröer, Jagemann, 13.4 Egenter,
13.5 Lang Bau, 14.1 Hebau, 14.2 Xaver Riebel, Heidelberger Beton, 14.3 Europoles,
15.1 | 15.2 | 15.3 Dreßler Bau, 15.4 R. Bayer Betonsteinwerk, 15.5 Kandussi, Petautschnig, 16.3 PERI,
17.1 | 17.2 | 17.3 Doka, 18.1 Max Frank, 18.2 Lammel, 19.4 Dreßler Bau, 20.1 Hentschke Bau,
20.2 Schwab-Stein, 20.3 | 20.4 Dreßler Bau, 20.5 Rieder Smart Elements, 20.6 | 21.1 | 21.2 Dreßler Bau,
21.3 Karl Bachl Betonwerke, 22.1 Geithner Bau, 22.2 Hering AC, 22.3 BWG Betonwerk, 22.4 Dreßler Bau,
23.1 Schwab-Stein, 23.2 Benno Drössler, 23.3 | 24.1 Schwab-Stein, 24.2 Ducon, 24.3 Schwab-Stein,
24.4 Hering AC, 25.1 | 25.2 Rieder Smart Elements, 25.3 Rudolph, 25.4 Rieder Smart Elements,
26.1 Hemmerlein Ingenieurbau, Füßler, 26.2 | 26.3 | 26.4 | 26.5 | 26.6 | 26.7 Betonretusche,
27.1 | 27.2 Och, TBG, 27.3 Xaver Riebel, Heidelberger Beton

Gestaltung: welKOM. Kommunikationsdesign GmbH Stand: 02/2016

Dyckerhoff WEISS –
Der Ästhet unter den Zementen

Dyckerhoff GmbH
Produktmarketing und Weisszement-Vertrieb
Postfach 2247, 65012 Wiesbaden
Deutschland

Telefon 0611 676-1171
Telefax 0611 609092
info@dyckerhoff-weiss.com
www.dyckerhoff-weiss.com