



Sichtbeton mit Dyckerhoff WEISS
Planung und Ausführung von Sichtbetonflächen

Sichtbeton mit Dyckerhoff Weiss Planung und Ausführung von Sichtbetonflächen

Dipl.-Ing. Stefan Heeß

Bauen mit Sichtbeton schafft einen unverwechselbaren Charakter und gibt einem Bauwerk im wahrsten Sinne des Wortes „ein Gesicht“. Vor allem die moderne Betontechnologie mit Materialien wie selbstverdichtenden Betonen, Spiegelbeton oder ähnlichem bieten in Verbindung mit der riesigen Palette an Betonzusammensetzungen und Bearbeitungstechniken immer neue Möglichkeiten und fordern die ganze Kreativität von Planern und Verarbeitern heraus.

1. Allgemeines

Als „Sichtbeton“ bezeichnet man im Allgemeinen „Betonflächen mit Anforderungen an das Aussehen“ [DIN 18 217] – kurz auch „Ansichtsflächen“ genannt. Denn die Ansichtsfläche 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: Treppenhäuser, 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).



Titelfoto:
Bruder Klaus Feldkapelle,
Stampfbeton, Wachendorf

1 Wohnhaus, München

2 Trennwände aus Hochleistungsbeton, Frankfurt



1 Staatstheater, Darmstadt (SB 4)



2 Kloster, Wemding (SB 3)
3 Staatsweingüter, Eberbach (SB 2)



4 Tiefgaragenzufahrt, Ostfildern (SB 1)
5 Weiße, glatte Fertigteile,
Wohnanlage, Berlin



1 Gesäuerte Fertigteile, Bürohaus, Frankfurt



2 Texturierte Schalhaut, Bürohaus, München



3 Farbige Fertigteile, Büro- und Produktionshalle, München

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

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

Besonders wirkungsvolle Sichtbetonoberflächen in all diesen Klassen werden durch die Verwendung des weißen Portlandzementes Dyckerhoff Weiss erzielt. Das Bauwerk erhält einen hellen und freundlichen Charakter. Betonelemente lassen sich vielseitig gestalten und profilieren.

Farbige Fertigteile, Schule, München



Gerade bei Weißbeton ist wegen der hellen Oberfläche das Spiel von Licht und Schatten besonders ansprechend. Insbesondere schalungsglatte Sichtbeton erhält mit Dyckerhoff Weiss eine dezente Marmorierung.

Auch im Bereich der Betonfertigteile hat sich Beton 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 „Betonfertigteilbau 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 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 hinsichtlich der Oberfläche, Farbe und Form mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden.“

2. Vorteile von Dyckerhoff Weiss bei Sichtbetonoberflächen

Grundsätzlich gelten für die Herstellung von weißem Sichtbeton die gleichen Regeln wie für grauen Sichtbeton. Dyckerhoff Weiss mit der Normbezeichnung CEM I 42,5 R (dw) oder CEM I 52,5 R sind Portlandzemente und als Normzemente gemäß EN 197-1 für alle Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten zugelassen. Aufgrund seiner hohen Druckfestigkeit sind mit Dyckerhoff Weiss alle Druckfestigkeitsklassen der Betonnorm DIN 1045-2, also auch die höchste Festigkeitsklasse C 100/115 und darüber hinaus, zielsicher zu erreichen. Hierfür genügen die auch sonst üblichen Zementmengen. Durch seine Frühfestigkeit ist Dyckerhoff Weiss für die Herstellung schnell aususchalender Fertigteile ebenso geeignet wie für besonders anspruchsvolle Bauverfahren, z. B. den Freivorbau. Dieser Beton hat die gleichen technologischen Eigenschaften wie Beton mit grauem Portlandzement, das gilt auch bezüglich Schwinden und Kriechen. Auch die Beständigkeit des Weißbetons gegenüber Frost- und Tausalzangriffen unterscheidet sich nicht von der grauen Betons.



Weiße Fertigteile, Gemeindezentrum, Mannheim

Gesäuerte, grau eingefärbte Fertigteile
HZZP, Frankfurt

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 Farbtonung von Betonoberflächen aus. Zum einen fallen die w/z-Wert-Unterschiede durch die unterschiedlichen Wassergehalte der Betonoberfläche – insbesondere bei nicht saugenden Schalungen – bei hellen Betonen nicht so deutlich auf wie bei dunklen Betonen. Zum anderen sind die optisch wenig ansprechenden Kalkausblühungen bei weißem Beton aufgrund der Kontrastminimierung fast nicht sichtbar.

Schwarzer Ort beton mit Ausblühungen,
Parkhaus, München

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass sich Architekten und Bauherren die Kosten für einen Anstrich und die damit verbundenen späteren Unterhaltskosten sparen.

Zu Farbtonunterschieden kann es kommen, wenn man dunkle Zemente oder hoch pigmentierte Betone in Verbindung mit glatten Schalungen verwendet. Diese Betone sollte man daher möglichst früh hydrophobieren, um die Ausblühungen zu vermindern. Bei Fertigteilen geschieht dies im Werk, bei Ort beton auf der Baustelle.

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 sehr 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 nicht ändern dürfen. Weitaus größeren gestalterischen Spielraum erlaubt dagegen der Weißzement Dyckerhoff Weiss. Dieser weiße Portlandzement entsteht durch eine spezielle Rohstoffauswahl (niedriger Eisenoxidgehalt), ein besonderes Ofenkonzept und schlussendlich ein für dieses Verfahren geeignetes Mahlkonzept.



1 Grauer Beton | Weißer Beton



2 Schalungsglatte Beton, Museum Georg Schäfer, Schweinfurt



3 Gestockter und gespitzter Beton, Kirche, Köln

3.1.2. Gesteinskörnung

Beton besteht zu ca. 70 Vol.-% aus Gesteinskörnungen. Die Komponente „Gestein“ ist daher für den farbigen Beton ein ganz entscheidender Faktor. Die meisten Gesteinskörnungen liefert die Natur in Form von Kalkstein, Quarz, Granit oder Porphyr.

Die Farbe der Gesteinskörnung kommt erst durch eine Bearbeitung der Betonoberfläche zur Geltung. Dabei zeigt jedoch auch die Gesteinskörnung in

Abhängigkeit von der Bearbeitungsart unterschiedliche Farbintensitäten.

Ausschreibungsbeispiele:

- Gelbe Gesteinskörnung: Singhofener Quarz, Größtkorn 8 mm oder Juragelb, Größtkorn 15 mm
- Weiße Gesteinskörnung: Lengefelder Marmor oder Nordisch Weiss, Größtkorn 12 mm
- Grüne Gesteinskörnung: Lichtgrün, Größtkorn 15 mm.

Gleichmäßige Mehlkorn- und Feinstsandanteile $< 0,25$ mm sind für die farbliche Wirkung schalungsglatte Betone von besonderer Bedeutung. Gerade beim Einsatz von Dyckerhoff Weiss spielt die Farbe von Mehlkorn- und Feinstsand (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 gelb, Rheinsand ist grau).

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



4

Gespitzter Ort beton, Pumpwerk, Mainz



- 1 Weißer Ort beton,
Weißes Haus, Stuttgart
- 2 Gespitzter Beton,
Mexikanische Botschaft, Berlin
- 3 Pigmentierter und gesäuerter Beton,
Eastside One, Mannheim



1
Pigmentierter und gesäuerter Beton, Hansa Saturn, Fürth



2
Pigmentierter und gestrahlter Beton, Klinik, Frankfurt



3
Schalungsglatter Beton, Weißzement und rötlicher Sand, Neue Mitte, Weiden

3.1.3. Zusatzstoffe

3.1.3.1. Pigmente

Durch die Zugabe von Pigmenten in die Betonmischung kann der gewünschte Farbton des Zementsteins zusätzlich angesteuert 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 erzeugen. 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 Weißzement brillanter als bei Grauzement in Erscheinung und ermöglichen eine sparsamere Pigmentdosierung. Die Pigmentmenge sollte sich am Sättigungswert von ca. 5 bis 8 % auf den Zement bezogen orientieren,

um eine möglichst gleiche Farbkonstanz zu erhalten. Zur Vermeidung von Kalkausblühungen sollte man bei pigmentierten Betonen die Oberfläche hydrophobieren.

3.1.3.2. Flugasche

Flugasche, wie sie als Nebenprodukt in Kohlekraftwerken entsteht, sollte als Betonzusatzstoff möglichst kugelförmig, gleichmäßig und von gleicher Farbe sein.

Außerdem muss sie aus 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. Außerdem ist darauf zu achten, dass

Schalungsglatte und pigmentierte Fertigteile, S-Bahnstation, Hannover



4



Brett, sägerau



Brett, gehobelt



Brett, gehobelt und PU beschichtet

Gesteinsmehle wegen der möglichen Verklumpungsgefahr im Silo gelagert werden. Bei der Verwendung von selbstverdichtenden Betonen (SVB) kommen diese verstärkt zum Einsatz.

3.1.4. Zusatzmittel

Betonzusatzmittel beeinflussen die Betoneigenschaften durch ihre chemische oder physikalische Wirkung. Beim Einsatz von Dyckerhoff Weiss sollten möglichst helle Zusatzmittel verwendet werden.

Die Farbe des Zusatzmittels darf während der Ausführung nicht verändert werden. Beispiele für Zusatzmittel sind Fließmittel, Entschäumer oder Schwindreduzierer.

3.2. Schalung

Beton zeigt nach dem Entschalen auf seinen Ansichtsflächen 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 auf die Gestaltung sollte vom Planer in Schalungsmusterplänen dargestellt werden.

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

3.2.1. Schalungsmusterplan

Bei Ortbeton ist der Schalungsmusterplan Teil der Leistungsbeschreibung im Sinne von §9 der VOB/A und – als ergänzende Projektbeschreibung – Teil der bautechnischen Unterlagen nach DIN 1045-3. In diesem Plan sollen ergänzende textliche Beschreibungen zum Schalplan sowie besondere Merkmale der Schalung bzw. der Ansichtsfläche 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 vorgegebener Elementgröße, eingelegter Standardschalhaut (i.d.R. Mehrschichtplatten) 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 Schalhaut ist hierbei frei wählbar. Für SB 3 und SB 4 werden häufig Trägerschalungen eingesetzt.

3.2.2. Schalhaut

Bei der Auswahl der geeigneten Schalhaut sind insbesondere die Unterschiede hinsichtlich des Saugverhaltens zu beachten.

Links Träger-, rechts Rahmenschalung





Balkone aus schalungsglattem Beton, Lofthaus, Berlin



Feingeschliffene Betonwerksteinplatten, Bürohaus, Zürich



Schalungsglatte Betonfertigteile, Weißzement und gelber Sand, Universität, Leipzig

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

Eine nicht saugende Schalhaut dagegen ermöglicht die Herstellung nahezu glatter Oberflächen. Sie begünstigt aber auch die Entstehung von Poren, 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 Ansichtsfläche nicht zusammen zum Einsatz kommen (unterschiedliches Saugverhalten).
- Trennmittel sind nur dünn aufzutragen. Vor Einsatz eines Trennmittels ist dessen Eignung zu beurteilen, z. B. Einfluss auf Farbe und Porenbildung an der Oberfläche.
- 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).

3.3. Oberflächenbearbeitung

Von einer Oberflächenbearbeitung spricht man, wenn die Betonoberfläche am grünstandfesten oder 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 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.

Eine der gängigsten Bearbeitungsarten im Fertigteilwerk ist das Feinwaschen mit Abtragstiefen von 1 bis 2 mm. Die Oberfläche erhält dabei eine sandsteinähnliche Struktur. Bei grobem Auswaschen wird eine Ausfallkörnung verwendet, das Grobkorn wird knapp zur Hälfte freigelegt.



Aufzugschacht aus geschliffenem Beton, Büro- und Geschäftshaus, Frankfurt



1



2



3

1 Eingefärbte Faserbetonplatten, Fußballstadion, Südafrika

2 Gestrahlter Schleuderbeton, Kaufhaus, Leipzig

3 Gestockter Beton, S-Bahnstation, Stuttgart



4

4 Gestrahlter Ortbeton, Schweizer Botschaft, Berlin



Fotobeton und gesäuerter Beton, Bürohaus, Mannheim



Gesäuerter Beton, Bürogebäude, Coesfeld



Gestrahlte Betonfertigteile, Neues Museum, Berlin

Bei gewaschenen Betonoberflächen dominieren immer die Gesteinskörnungen und deren Eigenfarbe.

Weit weniger Zementhaut wird beim Absäuern entfernt, 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 die Gesteinskörnungen intakt.

Andere Bearbeitungsverfahren schaffen hingegen neue Oberflächen. Bei den steinmetzmäßigen Bearbeitungsarten wie Spitzen, Stocken und Scharrieren 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 Einfluss auf die Betonüberdeckung der Bewehrung und ist entsprechend zu berücksichtigen.

3.4. Oberflächenbehandlung

Häufig wird fälschlicherweise 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.

Scharrierter Beton, Konzerthaus, Freiburg

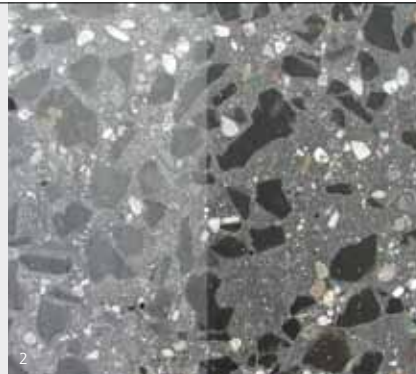


4 Waschbeton und gesäuerter Beton, Almere
5 Fassadenelement, Detail, Almere





1
Weißer Beton mit Graffitienschutz,
Staatstheater, Darmstadt



2
Geschliffener schwarzer Beton, links ohne und
rechts mit Oberflächenbehandlung



3
Erprobungsflächen, Tiefgarage,
Festhalle Dagersheim

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.

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 Ansichtsflächen 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. 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.



4
Selbstverdichtender Beton,
Museum, Hombroich



„Robuster“ Frischbeton



Betonieren mit Schlauch



Referenzfläche, Kaufhaus, Berlin

4. Ausführung

4.1. Beton

Der Beton muss so zusammengesetzt sein, dass die Konsistenz und das Größtkorn dem Einbauverfahren und der Bauteilgeometrie angepasst sind, er sich beim Einbau und Verdichten nicht entmischt und kein Wasser absondert. 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 Mehlkorngesamtgehalt, um Sedimentationsneigung und Wasserabsonderung möglichst gering zu halten;
- Einsatz von Betonen, die einen ausreichend hohen Mörtel- und Leimgehalt aufweisen
- $w/z = 0,55$ möglichst nicht überschreiten; Praxiserfahrungen haben gezeigt, dass Schwankungen des Wasserzementwertes von $\Delta w/z = \pm 0,02$ bei dunklen Sichtbetonen bereits zu deutlich erkennbaren Abweichungen im Farbton führen können
- Kein Einsatz von Restwasser und Restbeton

- Einsatz von verringertem Größtkorn bei einer Anschlussmischung
- Wahl einer Einbaukonsistenz am Übergang vom plastischen zum weichen Konsistenzbereich (Ausbreitmaße $F2/F3$); in Abhängigkeit von Betonzusammensetzung, Einbauart und Bauteilabmessungen kann unter Umständen auch eine weichere Konsistenz erforderlich sein.
- Einsatz von SVB für Sichtbeton bringt Vorteile.
- Die Abweichung vom vereinbarten Ausbreitmaß a sollte bei der Übergabe nicht größer als $\Delta a = \pm 20$ mm sein.
- Zusätzlich zu den geforderten Erstprüfungen sind für SB 4, gegebenenfalls auch für SB 3, weitere Prüfungen notwendig, z. B. zur Beurteilung des Wasserabsonderns und der Sedimentation.
- Ein Wechsel der Ausgangsstoffe bzw. der Zusammensetzung des Betons wirkt sich ebenfalls auf die Ansichtsflächen aus.
- Für die Anlieferung des Betons sollten Transportbetonwerke mit kurzen Anfahrtswegen zur Baustelle bevorzugt werden.
- Bei hohen Bauteilen ist die freie Fall-

höhe des Frischbetons durch geeignete Maßnahmen auf maximal 1,0 m zu begrenzen (siehe DBV-Merkblatt „Betonierbarkeit von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton“).

- Der Beton ist zügig in gleich hohen Schüttilagen einzubauen und zu verdichten (empfohlene Schüttilagenhöhe 0,50 m).
- Schalungsdruck beachten (z. B. bei SVB).
- Vermeidung der Verschmutzung der Ansichtsflächen 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
- Die Mischdauer je Charge sollte auch bei Mischern mit sehr guter Mischwirkung 60 Sekunden nicht unterschreiten.
- Bestellung und Anlieferung des Frischbetons nach Zielwert der Konsistenz



1



2

1 Gestrahlter und geschliffener Beton, Neues Museum, Berlin

2 Weiße Sichtbetondecken und Schleuderbetonsäulen, Bank, Freising



Zu große Lieferabstände!



Abgedichteter Schalhautstoß



Unterschiedliches Saugverhalten der Schalhaut

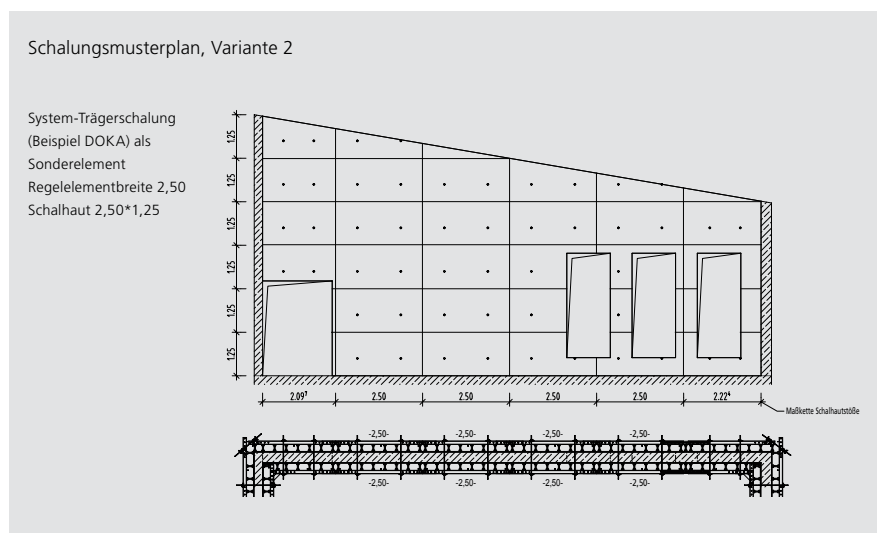
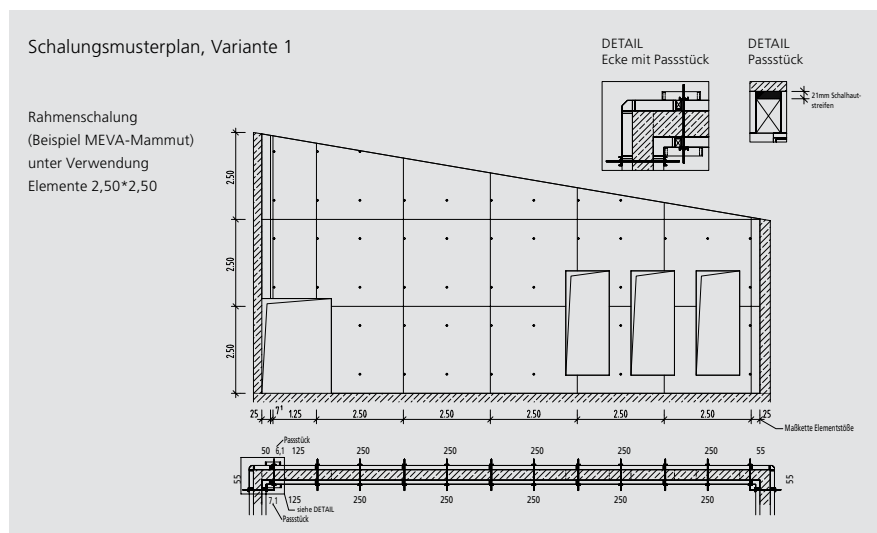
- Die Einhaltung einer maximalen Schwankung des Ausbreitmaßes a von $\Delta a = \pm 20 \text{ mm}$
- Vorgehensweise bei Ausfall des Lieferwerkes (Ersatzlieferwerk u.s.w.)

4.2. Schalung

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

Ausführungstechnisch müssen für die Schalung und die Schalhaut zusätzlich folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Vor jedem Einsatz sind die Schalung und die Schalhaut auf Tauglichkeit (Verformungen und Beschädigungen) entsprechend der Schalhautklassen 1 bis 3 zu prüfen.
- 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 Kanten je nach Sichtbeton-





1
Faserelementabstandhalter in der jeweiligen Betonfarbe



2
Rostspuren, Decke



3
Entfernte Rostspuren durch Feinschleifen, Decke

- klasse ggf. versiegelt werden.
- Abdichtungen (Silikon oder komprimierbare, geschlossenzellige Fugeneinlagen) können die Dichtheit der Schalhaut- bzw. Schalungsstöße erhöhen.
- Saugende Schalhaut ist vorzunässen. Hierbei ist das Quell- und Schwindverhalten von Holzwerkstoffen zu berücksichtigen.
- Neue saugende Holzschalungen müssen durch das Auftragen einer Zement-schlämme vor dem Ersteinsatz künstlich „gealtert“ werden.
- Neue und alte Schalhautplatten und auch solche verschiedener Hersteller sollten wegen des unterschiedlichen Einflusses auf die Textur und den Farbton der Ansichtsflächen nicht nebeneinander eingesetzt werden.
- Vor Einsatz eines Trennmittels ist dessen Eignung zu beurteilen (siehe auch DBV-Merkblatt „Trennmittel für Beton“). Trennmittel sind nach den Angaben des Herstellers zu verwenden. Sie sind gleichmäßig dünn aufzubringen und müssen trocknen können.
- Unmittelbar vor der Betonage ist die Sauberkeit der Schalung zu prüfen (Drähte, Rost, Sägemehl, Blätter, Blütenstaub, Eis, u.s.w.).

- 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 Schalhaut 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.
- 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 Schüttelöffnungen so zu dimensionieren, dass Schüttrohre eingeführt werden können und die Bewehrung beim Verdichten möglichst nicht durch Innenrüttler berührt wird. Die zu betonierenden Wanddicken sollten eventuell 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



1 Falsche Nachbehandlung durch teilweise anliegende Folie



2 Richtige Nachbehandlung, Bretter und Folie liegen auf Abstand



3 Faserbetonstopfen rot eingefärbt

- Hilfsmittel wie Kanthölzer usw. auf den Flächen abzeichnen. Im Raum zwischen Betonfläche und Abdeckung darf keine Zugluft entstehen;
- Berühren Folien über längere Zeiträume die Betonoberfläche, so kommt es zu dunklen Verfärbungen;
 - Ein Schutz vor Witterungseinflüssen (Niederschläge) kann bei jungen Ansichtsflächen der Sichtbetonklassen SB 3 und SB 4 erforderlich sein;
 - Die vertikalen Ansichtsflächen sind vor Verschmutzungen, z. B. durch Rosten der Anschlussbewehrung, zu schützen;
 - Sichtbetonflächen sollten möglichst frühzeitig entschalt werden. Dabei sind die in der DIN 1045-2 angegebenen Grundsätze über die Ausschaltungsfristen zu beachten:
 - Zur Vermeidung von Kantenabbrüchen muss vorsichtig entschalt werden:
 - Frisch entschaltete 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 „Sicht-

- beton“ in verschiedenen Sprachen können wirksam helfen;
- 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.

Falsche Nachbehandlung durch teilweise dicht anliegende Säulenschalung



4

5. Betonkosmetik

Kleine Fehlstellen, die nicht wesentlich stören, sollten nicht ausgebessert werden, da die Korrektur oft störender wirkt als die Fehlstelle selbst. 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 vorgehäst werden, dass sich keine Rinnsale auf der Betonoberfläche bilden. 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 be-



1 Gesamteindruck aus dem üblichen Betrachtungsabstand zufriedenstellend



2 Einzelkriterium „Poren“ wird nicht geprüft



3 Angemessener Betrachtungsabstand: Weinhaus, Saarwellingen

seitigt 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.

6. Beurteilung

Der Gesamteindruck einer Ansichtsfläche ist das grundlegende Abnahmekriterium für die vereinbarte Sichtbetonklasse. Zu beachten ist, dass jedes Bauteil als Unikat (Wetter, Liefersituation u.s.w.) zu beurteilen ist. Geringe Unregelmäßigkeiten – wie beispielsweise Textur und 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 Ansichtsflächen nicht toleranzfrei reproduzierbar ist, da die Schwankungen der natürlichen Ausgangsstoffe, die zulässigen Abweichungen in der Betonzusammensetzung und die Auswirkungen von Schalhaut, Trennmittel und Witterungsbedin-

gungen 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 Ansichtsflächen den vereinbarten Anforderungen nicht entspricht. Der Gesamteindruck von Ansichtsflächen 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. elementbezogen bei Fertigteilen).

7. 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 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 technologischen Eigenschaften aufweist, wie weißer Beton.

Wer diese Hinweise zu Planung und Ausschreibung, Schalung und Bewehrung, Betonzusammensetzung, Einbringen, Verdichten und Nachbehandeln von Sichtbeton beachtet, wird dem jeweiligen Bauwerk ein unverwechselbares „Gesicht“ geben.

Bildnachweis:

2.1 | 4.3 Laumer, Massing 3.4 Betonmarketing, Wiesbaden 4.2 Bögl, Neumarkt 4.4 | 19.3 Hemmerlein, Bodenwöhr
6.4 Schoyerer, Mainz 5.2 Beeck, Mönchengladbach 7.2 Geithner, Wilhelmshaven 7.3 | 10.4 | 12.2 Dreßler, Stockstadt
8.2 | 10.2 Schwab, Horb 8.3 Franzius Architekten, Hamburg 9.4 Peri 10.1 Müller-Altvatter, Holzminden
10.3 BFE, Erfurt 11.1 Rieder, Kolbermoor 11.2 Eurocoles, Neumarkt 12.1 | 12.2 | 12.4 | 12.5 Hering Bau, Burbach
12.3 | 15.1 bpk/Andrea Kroth, Berlin 13.4 Dyckerhoff Beton, Wiesbaden 17.2 Frank, Leiblfing

Gestaltung:

wellKOM. Kommunikationsdesign GmbH Stand: 01/2010

Dyckerhoff AG
Produktmarketing und Weiszement-Vertrieb
Postfach 2247, 65012 Wiesbaden
Deutschland

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