

Leitfaden für Sichtbeton – FT-Werk

Tipps aus der Praxis für die Planung und Herstellung
im Fertigteilwerk

Holcim (Deutschland) GmbH



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Form und Erscheinungsbild	6
3. Schalung	8
4. Trennmittel	10
5. Herstellung und Liegezeit	12
6. Vielfältig gestaltbare Oberflächen	14
7. Transport und Montage	20
8. Betonkosmetik auf der Baustelle	21
9. Nachbehandlung	22
10. Abnahme der Sichtbetonfläche	23
11. Produktvariationen der Fertigteile	25
12. Literaturempfehlungen	26

2. Auflage 2019

Verkaufspreis: € 15,-

Copyright

Holcim (Deutschland) GmbH

Verfasser

Produktmanagement
Horst Erler

Fotos

Wenn nichts anderes vermerkt:
Holcim (Deutschland) GmbH

Haftungsausschluss

Die Hinweise und Empfehlungen der Holcim (Deutschland) GmbH berücksichtigen die derzeit gültigen Normen, Merkblätter und Praxiserfahrungen. Die Informationen sind jedoch unverbindlich und werden unter Ausschluss jeglicher Haftung oder Gewährleistung abgegeben.

1. Einleitung

Sichtbeton – Know-how und Präzision sind gefordert

Sichtbetonoberflächen sind Flächen, an die besondere Anforderungen hinsichtlich des Aussehens gestellt werden.

Die Realisierung hochwertiger Sichtbetonflächen erfordert zum einen großes Know-how aller Beteiligten und zum anderen sehr hohe Präzision bei der Planung und bei der Ausführung. Die Ansprüche und Ansichten der Planer zum Thema Sichtbeton gehen sehr weit auseinander. Was der eine als sehr gelungen einstuft, betrachtet der andere als Mangel. Als unverzichtbare Hilfe empfehlen sich folgende Publikationen:

- Merkblätter Nr. 1 und Nr. 8 der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB):
- Merkblatt Nr. 1 über Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton (06/2005) beschreibt Details zu Planung, Ausschreibung, Ausführung sowie zur Beurteilung und Abnahme von Sichtbeton im Fertigteilbau.
- Merkblatt Nr. 8 über Betonfertigteile aus Architekturbeton (01/2009) enthält Hinweise zu Form (Fugen, Kanten und Ecken), Oberfläche und Farbe sowie allen wichtigen Parametern.
- Leitfaden für Sichtbeton, Tipps aus der Praxis zu Planung und Herstellung, Holcim (Süddeutschland) GmbH, 2011.

Diese Merkblätter tragen zur Verständigung des Planers und der ausführenden Firma bei. Anhand der Merkblätter werden bestimmte Anforderungen an Fugen, Kanten, Oberflächen und Ausführung erklärt. So ist der Planer in der Lage, seine Vorstellungen von Sichtbeton dem Ausführenden genau zu beschreiben. Die speziellen Anforderungen an die Sichtbetonoberflächen sowie an Schalung, Textur, Ebenheit und Farbtongleichmäßigkeit sind in den Merkblättern beschrieben.

Was ist Sichtbeton?

Die Frage „Was ist Sichtbeton?“ ist vor Baubeginn zu klären, damit alle Beteiligten die gleiche Ausgangsbasis haben. Abb. 1.1 und 1.2 zeigen, wie Vorstellungen voneinander abweichen können. Der Planer schreibt Sichtbeton aus (Abb. 1.1) und der Ausführende stellt Beton nach seinen Vorstellungen her (Abb. 1.2).

Die Merkblätter weisen darauf hin, dass gewisse Abweichungen unvermeidbar sind – ein wichtiges Kapitel. Wenn bei der Abnahme einer Sichtbetonfläche z.B. leichte Marmorierungen oder Farbunterschiede auftreten, ist dies in der Regel kein Mangel. Umso wichtiger ist es, sich bei der Ausschreibung auf diese Merkblätter zu beziehen.



Abb. 1.1
Vorstellung des Auftraggebers oder Planers



Abb. 1.2
Mögliches Resultat auf der Baustelle

Einleitung

Sichtbetonklassen

Die Einteilung in Sichtbetonklassen ist bei Verwendung von Fertigteilen in der Regel nicht erforderlich.

(Quelle: FDB-Merkblätter Nr. 1 und Nr. 8)

Robuste Betone

Um Abweichungen weitestgehend zu vermeiden, muss der Beton stabil sein. Er darf sich weder entmischen noch darf sich Wasser absetzen. Für einen robusten Beton ist ein ausreichender Zement- bzw. Bindemittelgehalt von sehr großer Bedeutung. Die Konsistenz des Betons sollte auf keinen Fall durch zusätzliches Wasser geändert werden. Wenn das aus der Mischungsberechnung definierte Wasser für die gewünschte Konsistenz nicht ausreicht, muss der Beton mit geeigneten Zusatzmitteln hergestellt werden. Ein robuster, stabiler Beton ist die Grundvoraussetzung für das Gelingen eines Sichtbetons.

Die Ausschreibung – Details für ein gutes Gelingen

In der Ausschreibungsphase dienen die Merkblätter Nr. 1 und Nr. 8 als wertvolle Planungshilfe. Einige der darin enthaltenen Details sind im Folgenden aufgeführt:

- Raue und strukturierte Sichtbetonflächen lassen deutlich weniger Wolkenbildung, Marmorierungen und Haarrisse erkennen.
- Element- und Scheinfugen können als Gestaltungsmerkmale dienen. Es wird empfohlen, die Kanten der Betonfertigteile mit einer Fase zu versehen, um die Gefahr von Kantenabbrüchen zu vermindern.
- Bei bewitterten Sichtbetonflächen ist unbedingt der Witterungseinfluss zu berücksichtigen (z.B. Vermeiden von Schmutzablagerungen durch kontrolliertes Ableiten des Regenwassers und Aufbringen einer Hydrophobierung).

Die Forderung im Leistungsverzeichnis nach „Sichtbeton“ reicht allein nicht aus. Vor der Ausführung muss eine eindeutige und praktisch ausführbare Leistungsbeschreibung unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Merkmale vorliegen, die ggf. durch Zeichnungen, Referenzflächen oder Hinweise auf ähnliche Leistungen zu ergänzen ist.

Der Vergleich mit ausgeführten Bauten ist dabei eine wertvolle Hilfe. Bei einem Vergleich mit Referenzflächen oder bestehenden Bauwerken ist zu berücksichtigen, dass die geforderte Ansichtsfläche der gewählten Referenzfläche nur bei gleichen Ausgangsbedingungen (Form, Abmessungen, Ausgangsstoffe, Betonzusammensetzung, Schalung, Verarbeitung, Nachbehandlung, Witterung, Betonalter usw.) entsprechen wird.

Anforderungen an die Einfüllseite (nicht geschalte Seite) sind besonders zu beschreiben. Eine scharfkantige Ausbildung erfordert einen erhöhten Aufwand und ist besonders zu berücksichtigen. Fertigteile, auch Stützen und Wandplatten, werden in der Regel waagrecht hergestellt. Die Unter- und Seitenflächen werden geschalt, die Oberseite bleibt bei der Herstellung ungeschalt. Diese wird roh abgezogen, sofern keine andere Oberflächen-ausführung festgelegt wird.

Geschalte Oberflächen

Der Planer muss die Oberfläche genau beschreiben, oft ist es erforderlich, auch die Art der Schalung festzulegen. Diese kann glatt nach Wahl des Auftragnehmers sein, es kann sich aber auch um Sonderschalungen, z.B. raue Schalungen oder Matrizenschalungen handeln. Auch die Ausbildung der Schalungsstöße sowie die Schraub- und Nagelstellen, die immer sichtbar sind, sind zu definieren: mit regelmäßiger oder mit unregelmäßiger Anordnung.

Nicht geschalte Oberflächen

Abgezogene Oberflächen zeigen Spuren der Abziehlatte und/oder Spuren des letzten Rüttelvorgangs.

Abgeriebene Flächen sind mit der Abziehbohle abgezogen und danach mit dem Reibbrett abgerieben. Die Ansätze und Übergänge der Reibbewegung sind sichtbar. Die Oberflächenstruktur ist nicht einheitlich. Wegen des Wasserüberschusses zeigt die Oberfläche teilweise eine sogenannte „Apfelsinhaut“. Die Ebenheit entspricht DIN 18202 für nicht flächenfertige Oberseiten.

Geglättete Oberflächen sind abgezogen und mit der Glättkelle geglättet. Die Ansätze der Glättkelle sind erkennbar. Auch hier zeigt sich oft die Apfelsinhautstruktur. Die Ebenheit entspricht DIN 18202 für flächenfertige Böden bzw. flächenfertige Wände.



Abb. 1.3
Manuell bearbeitete Betonoberfläche

Bearbeitete Oberflächen

Derartige Oberflächen, z.B. Waschbeton, gesäuerte Oberflächen, steinmetzmäßige Bearbeitung (wie Stocken, Scharrieren), Sandstrahlen, Schleifen, Polieren, werden als Sonderleistung besonders vereinbart und vergütet (siehe Kap. 6, Oberflächenbearbeitung).

Sondermaßnahmen

Hydrophobierungen, Lasuren, Graffitienschutzsysteme und porenschließende Spachtelungen werden als Sonderleistung besonders vereinbart und vergütet.

Kanten

Kanten in rechteckigen Schalungsecken werden, sofern nichts anderes vereinbart ist, durch Dreikantleisten abgefast. Scharfe Kanten bedeuten höheren Aufwand und erfordern einen größeren Vorlauf. Planungen sollten mit dem Fertigteilwerk abgesprochen werden.

Erprobungs- und Referenzfläche

Werks- und Objektbesichtigungen sowie das Herstellen von Erprobungs- und Referenzelementen sind zwingend notwendig, um dem Anspruch „Sichtbeton“ gerecht zu werden. Dieses Vorgehen schafft Vertrauen und eine hohe Kundenzufriedenheit.

Der Planer sollte im Vorfeld sehen, welche Sichtbetonqualität das Fertigteilwerk herstellen kann. Diese Beurteilung kann an Elementen im Lager des Herstellers erfolgen oder an Objekten, die vom Fertigteilwerk beliefert wurden. Dabei ist wichtig zu zeigen, dass auch an Fertigteilen ein gewisser Grad an Marmorierungen, Flecken, Haarrissen und Porenanhäufungen auftreten kann.

Erprobungsflächen dienen zur Abstimmung der Oberflächenbeschaffenheit. Referenzflächen werden aus den Erprobungsflächen oder aus Fertigteilen der Produktionsfirma vor Ausführungsbeginn ausgewählt. Es ist dringend zu beachten, dass die Referenzfläche nie an einem perfekt gelungenen Bauteil festgelegt wird, weil die so bestimmte Qualität auch unter schwierigen Bedingungen erfüllt werden muss. Diese Fläche ist so zu wählen, dass die Machbarkeit über das gesamte Objekt gewährleistet werden kann. Wird eine Fläche ausgewählt, so ist das die Vereinbarungsfläche (Referenzfläche), an der das Bauteil oder das Objekt gemessen wird. Es ist sinnvoll, auch Einbauteile sowie Fenster und Türen in dieser Fläche darzustellen.



Abb. 1.4
Abgefaste Kanten



Abb. 1.5
Referenzfläche am bestehenden Objekt



Abb. 1.6
Referenzfläche auf dem Lager des Herstellers

2. Form und Erscheinungsbild

Fugensbild und Gliederung

Im Hinblick auf eine wirtschaftliche Umsetzung muss der Planer sich bereits im Entwurfsstadium Gedanken zu den geplanten bzw. möglichen Bauteilabmessungen machen. Bei der Montage von Betonfertigteilen entstehen Fugen, deren bewusste Anordnung als Gestaltungselement – eventuell in Kombination mit Scheinfugen – eingesetzt werden können. Die Fugenbreite ist abhängig von den Elementabmessungen.



Abb. 2.1
Stoßfuge zwischen zwei Elementwänden

Bei großflächigen Fassaden sind Fugen in der Horizontalen sowie in der Vertikalen notwendig. Je nach Optik werden dann die Wandelemente der Größe entsprechend hergestellt. Stoßfugen sind bei allen Objekten entsprechend der Wandgrößen einzuplanen.



Abb. 2.3
Stoß- und Lagerfugen an einer Fassade

Kanten

Es wird unterschieden zwischen Kanten, die mit einer Dreikantleiste gefasst sind, und scharfen Kanten. Scharfe Kanten haben in der Regel einen herstellungsbedingten Radius von rund 3 mm. Es empfiehlt sich, die Teile mit Vorsicht abzuheben, um eine Beschädigung der Kanten zu verhindern. Vollständig ausgebildete Kanten tragen wesentlich zu einem perfekten Sichtbeton bei, dabei ist auf eine ausreichende Betonkonsistenz zu achten.



Abb. 2.2
Ausgelaufene Kante

Laibungen

Die Ausbildung der Laibungen und ihre Oberflächenbeschaffenheit ist detailliert festzulegen (z.B. Fensteranschlag, Fensterbank, Sonnenschutz).



Abb. 2.4
Lunker an Laibungen

Tipp: Durch Einlegen von Zemdrain® kann die Luft ausgeführt und Lunker, wie sie in Abb. 2.4 zu sehen sind, können minimiert werden. Dieser Aufwand ist für ein Fertigteilwerk in der Tagesproduktion sehr groß und sollte gesondert vereinbart und vergütet werden.

Farbunterschiede

Produktionsbedingt können Betonfertigteile Farbunterschiede aufweisen. Die Ursachen sind vielfältig. Viele Fertigteilwerke arbeiten im Schichtbetrieb. So kommt der Faktor „Mensch“ mit all seinen Einflüssen zum Tragen. Ferner kommt hinzu, dass Fertigteile unterschiedlich lange in der Trockenkammer bzw. auf den Schaltischen verweilen. Die Abhebezeiten sind produktionstechnisch immer unterschiedlich, was sich auf die Oberflächenfarbe auswirken kann.

Raumtemperatur, Betontemperatur und die Temperatur der Schaltische wirken sich ebenfalls auf die Farbe aus. Je kälter, desto größer ist die Gefahr, dass die Betonoberflächen fleckig oder dunkler werden.



Abb. 2.5
Unterschiedliche Farbwirkung der Elemente



Abb. 2.6
Farbunterschiede zwischen den Elementen



Abb. 2.7
Unterschiedliche Farbwirkung der Elemente

Schaltische, die gepflegt und sauber gehalten werden, sind das Spiegelbild für hochwertige Oberflächenstrukturen.

Selbst unterschiedliche Betonkonsistenzen beeinflussen das Ergebnis maßgeblich. So spielen „Mensch“ und „Anlage“ gleichermaßen das Zünglein an der Waage.

Jeglicher Wechsel – sei es der von Zement, Gesteinskörnung, der Zusatzstoffe oder der Zusatzmittel – ergibt unter Umständen ein anderes Erscheinungsbild. Große Bedeutung hat das Trennmittel. Vor allem der Trennmittelauftrag ist ganz entscheidend für eine gleichmäßige, porenarme Oberfläche.



Abb. 2.8
Unterschiedliche Farbwirkung der Elemente

3. Schalung

Die Sichtbetonflächen sind bleibender Ausdruck eines Bauwerks, der die gestalterischen Merkmale und die Herstellungsqualität erkennen lässt. Ihre Gesamtheit spiegelt die architektonische Wirkung eines Bauwerks maßgeblich wider. Die verschiedenen Schalungsoberflächen sind im Folgenden beschrieben, einzeln oder in Kombination.

Schalung, glatt oder strukturiert

In der Regel werden Betonfertigteile auf Stahltischen produziert. Es handelt sich dabei um eine glatte, nichtsaugende Schalung. Eine solche Schalungsoberfläche ist nicht frei von Farbunterschieden und Marmorierungen, bedingt durch den Einbau sowie das Verteilen und Verdichten des Betons.

Farbgleichmäßigkeit

Schalungsglatte Beton mit all seinen Unregelmäßigkeiten ist nicht mit einer gestrichenen Oberfläche vergleichbar, Beton „lebt“. Eine höhere Farbgleichmäßigkeit der Oberfläche kann durch helle, texturierte oder bearbeitete (Feinwaschen, Säuern, Schleifen etc.) Oberflächen erreicht werden.

Geschalte und ungeschalte Oberflächen

Die Oberflächen des gegen die Schalung (Holz-, Stahl- oder Matrixschalung) betonierten Betonfertigteils und die Oberflächen der ungeschalteten Seite (Einfüllseite) unterscheiden sich. Die ungeschaltete Seite wird durch Abziehen, Reiben, Scheiben, Glätten oder Rollen bearbeitet. So gilt es auch hier klare Anforderungen an die nicht geschaltete Oberfläche im Vorfeld festzulegen.



Abb. 3.1
Glatte, nichtsaugende Stahlschalung



Abb. 3.2
„Lebendiger“ Beton durch Entmischung

Es gibt Hersteller, die beidseitig schalungsglatte Wände anbieten. Diese Wände werden im Wendeverfahren produziert und haben dadurch auf beiden Seiten schalungsglatte Betonoberflächen (Hohl- und Vollwand). Durch maschinelles Glätten lassen sich ebenfalls sehr glatte, ebene Oberflächen erzielen, allerdings können dabei stärkere Farbunterschiede auftreten. Durch Abreiben, Scheiben, Rollen und händisches Glätten wird die Oberfläche nicht so eben und glatt wie bei geschalteten Oberflächen.

Manche Hersteller überziehen die nicht geschaltete Seite direkt im Fertigteilwerk mit einer Putzbeschichtung und erzeugen dadurch tapezierfertige Oberflächen.

Hohlwände oder sogenannte Doppelwände werden auf der Baustelle meist zusammen mit der Decke mit Ortsbeton verfüllt.



Abb. 3.3
Vollwand, hergestellt im Wendeverfahren



Abb. 3.4
Hohl- bzw. Doppelwände, im Wendeverfahren hergestellt

4. Trennmittel

Trennmittel dienen folgenden Zwecken:

- optimales Lösen der Schalung vom Beton
- einwandfreie Abformung der Schalautoberfläche
- Konservierung und Schonung des Schalmaterials
- Verhindern von Fleckenbildung und Marmorierungen
- Vermeiden von Absandungen und Kalkausblühungen
- Begünstigung des Aufsteigens der Luftblasen
- keine Beeinträchtigung der Haftung von Anstrichen, Putzen, Klebern usw.

Aufbringen des Trennmittels

Bei der Auswahl des Trennmittels ist auf das Zusammenspiel von Schalung und Beton zu achten. Hier sind die Empfehlungen der Schalungshersteller sehr hilfreich. Es gibt verschiedene Trennmitteltypen: lösemittelhaltige oder -freie (beide auf Mineralölbasis) sowie Öl-in-Wasser-Emulsionen.

Die Erfahrung zeigt, dass die besten Sichtbetonergebnisse erzielt werden, wenn so wenig wie möglich Trennmittel aufgetragen wird und das überschüssige Trennmittel mit einem Gummischaber abgezogen oder noch besser mit einem Lappen nachgerieben wird.

Wird das Trennmittel mit der Düse (Abb. 4.1) aufgebracht, muss diese es fein zerstäuben und so einen gleichmäßigen Auftrag ermöglichen. Ein korrekt eingestellter Druck und die richtigen Düsen sind entscheidend.

Zu stark beaufschlagte Flächen können deutliche Verfärbungen in braun-gelben Tönen (Abb. 4.6) und eine sehr starke Porenansammlung oder Abmehlung der Oberfläche zeigen. Überschüssiges Trennmittel bleibt deutlich an der Betonoberfläche sichtbar.

Richtiger Trennmittelauftrag und das Nachreiben mit einem Lappen ergeben an der Betonoberfläche ein porenarmes Bild.



Abb. 4.1
Aufsprühen von Trennmittel



Abb. 4.2
Gleichmäßiges Verteilen mit Lappenhergestellt

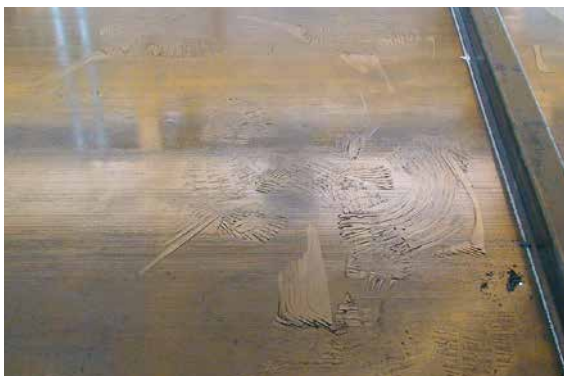


Abb. 4.3
Vorsicht, Fußabdrücke bleiben sichtbar

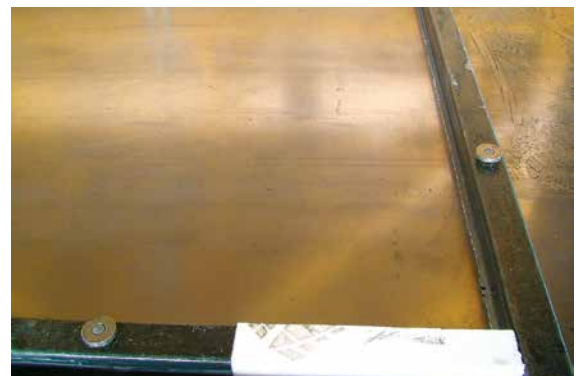


Abb. 4.4
Richtig beaufschlagte Fläche

Einwirkdauer

Das aktuelle Marktangebot bietet dem Anwender eine ganze Reihe an unterschiedlichen Trennmitteln. Neben den klassischen Schalölen, die unmittelbar nach dem Auftrag auf die Schalhaut gebrauchsfertig sind und keinerlei Ablüftzeit benötigen, gibt es eine Reihe von Produkten, deren Trenneigenschaften sich erst nach einiger Zeit entwickeln. Hierzu gehören alle Lösungsmittelhaltigen Produkte und Emulsionen, die ihre Trennwirkung erst nach dem Ablüften des Lösungsmittels stabil entfalten. Die jeweiligen Ablüftzeiten werden im Allgemeinen auf den technischen Merkblättern des Herstellers oder auf dem Gebinde angegeben und sind unbedingt einzuhalten. Sie können sich bei tiefen Temperaturen, hohen Luftfeuchtigkeiten und überschüssigem Auftrag erheblich verlängern. In jedem Falle ist die Beschaffenheit des Trennfilms vor dem Betonieren zu prüfen.

Da Fertigteile hauptsächlich auf Stahltischen hergestellt werden, ist nicht nur die Trennwirkung wichtig, sondern auch der entsprechende Rostschutz der Schalung. Bei falscher Trennmittelwahl kann es zu einer Rostbildung kommen, insbesondere an den Stellen, an denen der Beton, bedingt durch Austrocknung, aufschüsselt. An diesen Stellen bildet sich Kondenswasser, das zu Rost führen kann.

Dieser Vorgang kann durch die Temperatur in der Trockenkammer noch verstärkt werden. Die Rostbildung hängt meist von mehreren Faktoren ab. Wichtig ist, dass Trennmittel, Beton und Stahltisch aufeinander abgestimmt werden.

Ein Trennmittel mit starkem Rostschutz wiederum kann zu Ablagerungen auf den Stahltischen führen, die Abrisse an der Betonoberfläche bewirken können.

Tests mit verschiedenen Trennmitteln sind empfehlenswert. Letztlich ist eine Abstimmung des Trennmittels mit den Stahltischen, dem Beton und den Umgebungsbedingungen unerlässlich.



Abb. 4.5
Rost auf Stahltischen



Abb. 4.6
Verfärbungen durch Trennmittelüberdosierung



Abb. 4.7
Abrisse an Betonoberflächen

5. Herstellung und Liegezeit

Herstellungsprozess

Eine Vielzahl von Fertigteilherstellern produziert in sogenannten Umlaufanlagen. Die meist vollautomatischen Anlagen gewährleisten in der Regel immer denselben Prozessablauf. Der Stahltisch wird gereinigt, mit Robotertechnik werden die Abschalungen und Einbauteile aufgezichtet und die Abschalungen platziert.

Anschließend erfolgt der Trennmittelauftrag, maschinell oder manuell. Dann wird die Bewehrung verlegt und betoniert. Die Verdichtung erfolgt entweder durch Vibration mit Außenrüttlern oder durch Schwing- oder Schütteltechnik. Die Verfahren können auch kombiniert werden. Die Herstellung durch unterschiedliche Einbaukolonnen kann sich auf die Qualität des Betons und der Betonoberfläche auswirken.

Liegezeit

Die Lagerung der Elemente bei der Nacherhärtung (Lager, Trockenkammer usw.) kann unterschiedlich lange sein – je nachdem, ob ein Werk im Ein-, Zwei-, oder Dreischichtbetrieb arbeitet. Wenn morgens Wände hergestellt werden, wird in der Regel nachmittags schon wieder abgehoben. Die Teile, die nachmittags betoniert werden, erfahren eine längere Nacherhärtung. Somit kann es durch die unterschiedlichen Liegezeiten auch zu unterschiedlichen Farben an der Betonoberfläche kommen.

Oft wird für die Produktion mit kürzerer Liegezeit eine andere Betonrezeptur verwendet, die schnellere Frühfestigkeiten entwickelt. Dies hat unterschiedliche Zementgehalte und Wasserzementwerte zur Folge, was die Farbe des Betons beeinflusst.

Auswirkungen der Temperaturunterschiede

Die Lufttemperaturen wirken sich ebenfalls auf die Oberflächenfarbe aus. Wird ein Element im Sommer hergestellt, ist die Farbe eher heller und gleichmäßiger, als wenn dieses Element im Winter produziert wird.

Die Auswirkung der Stahltische auf die Farbe des Betons, Marmorierungen und Trennwirkung ist stark temperaturabhängig. Die Wirkung der Trennmittel ist ebenfalls temperaturempfindlich.

Die Temperatureinflüsse zusammengefasst:

- Stahltisch hinterlässt bei unterschiedlichen Temperaturen unterschiedliche Betonoberflächen
- Abbindeprozess des Betons ist unterschiedlich
- Trennmittel reagieren temperaturabhängig
- eingelegte Armierung zeichnet sich bei tiefen Temperaturen deutlich ab
- bei kalter Gesteinskörnung zeichnen sich die Grobkörner dunkel an der Betonoberfläche ab
- Liegedauer verlängert sich bei kalten Temperaturen
- Wirkung der Zusatzmittel (FM/BV) ist unterschiedlich.



Abb. 5.1
Umlaufanlage



Abb. 5.2
Die grobe Gesteinskörnung zeichnet sich ab



Abb. 5.3
Die Bewehrung zeichnet sich ab



Abb. 5.4
Ungeschützte Lagerung: Wasserspuren

Abzeichnen der Bewehrung

Mögliche Ursachen dafür sind:

- zu große Temperaturunterschiede zwischen Beton und Bewehrungsmatte
- zu intensive Verdichtung
- Verschmutzung durch längere Liegedauer.

Dieses Erscheinungsbild liegt in der Regel nicht an einer zu geringen Betondeckung.

Lagerung

Betonfertigteile werden nach der Trocknung in der Trockenkammer oft direkt unter freiem Himmel gelagert. Dabei besteht die Gefahr erheblicher Rissbildung infolge zu hoher Temperaturunterschiede und der Austrocknung der Elemente. Ferner können Niederschläge auch Ausblühungen auf dem jungen Beton verursachen. Daher ist es ratsam, die Betonteile gegen Austrocknung, Auskühlung und Feuchte zu schützen.

Verladung

Betonfertigteile sollten erst nach ausreichender Erhärtung verladen und transportiert werden. In manchen Fällen werden Elemente direkt nach dem Entschalen verladen und transportiert. Wenn die Festigkeit dann noch nicht ausreichend hoch ist, kann dies zu Rissen führen.

Betonkosmetik

Beim Transport, der Montage auf der Baustelle oder beim Versetzen können Elemente zum Teil beschädigt werden. Diese Schäden werden in der Regel vor Ort von einem Betonkosmetiker ausgebessert. Die sanierte Schadstelle bleibt hinterher sichtbar, besonders bei eingefärbten Betonelementen. Farbabweichungen zwischen der ursprünglichen Betonfläche und den ausgebesserten Stellen sind nicht zu vermeiden.



Abb. 5.5
Geschützte Lagerung in der Halle



Abb. 5.6
Lagerungsbedingte Farbunterschiede

6. Vielfältig gestaltbare Oberflächen

Matrizen

Mithilfe von Strukturmatrizen, die in die Schalung eingelegt werden, ist nahezu jede beliebige Oberflächen-textur und/oder Gliederung möglich. Dabei erzielt man Betonflächen mit gleichmäßigem, relativ porenarmem Bild. Marmorierungen und Wolken sind nahezu ausgeschlossen. Zudem kann die durch die Textur entstehende Licht- und Schattenwirkung der gesamten Ansichtsfläche eine größere optische Gleichmäßigkeit verleihen. Bei der

Planung sind die Abmessungen der Fertigteile auf die verfügbaren Formgrößen der Matrizen abzustimmen. Gegebenenfalls müssen Fugen an den Stoßstellen der Matrizen unter Einbezug des Herstellers projektiert werden.

Die Gestaltungsmöglichkeiten von Oberflächen reichen von einer sägerauen Brettschalung bis zur Erstellung von Bildern durch die Schattenwirkung der Oberfläche.

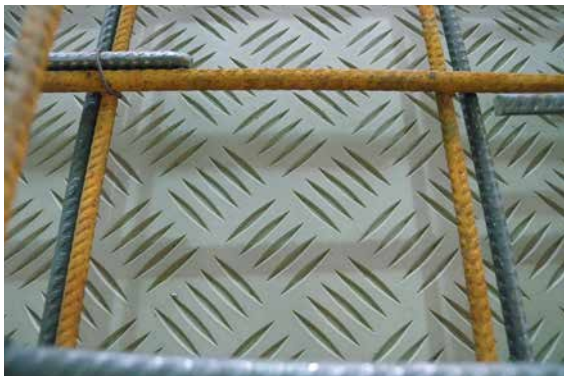


Abb. 6.1
Matrizenschalung



Abb. 6.2
Fertige Betonoberfläche



Abb. 6.3
Fertigteile mit Textur



Abb. 6.4
Schattenwirkung durch Textur

Oberflächenbearbeitung

Wenn das Bauteil erhärtet ist und ausgeschalt werden kann, gibt es unterschiedliche Verfahren, die Betonoberfläche nachträglich zu gestalten. Hierbei muss jedoch die geforderte Betondeckung eingehalten werden.

Feinwaschen

Der Zementstein wird an der Oberfläche 1 bis 2 mm tief abgetragen, wodurch eine sandsteinähnliche Struktur entsteht. Je nach Tiefe des Abtrags beeinflussen Zementstein und Gesteinskörnung die Färbung.

Grobwaschen

Das Grobkorn der Gesteinskörnung wird nahezu bis zur Hälfte freigelegt, d.h. mehr als 2 mm. Dadurch entsteht eine sehr raue, grobe Oberfläche. Es wird auch von Waschbeton gesprochen. Hier dominiert die Farbe der Gesteinskörnung. Hergestellt wird diese Oberfläche durch Aufbringen einer Verzögerungspaste an der Betonoberfläche und den Abtrag der verzögerten Schicht mit Wasserstrahl.

Absäuern

Durch das Abtragen der oberen Zementhautschicht mit einer Säure wird das Gesteinskorn leicht freigelegt. Das Erscheinungsbild der Oberfläche wirkt je nach Abtrags-tiefe etwas rau.

Hochdruckwasserstrahlen

Das Bearbeiten der abgebundenen Betonoberfläche mit einem Wasserstrahl erfolgt wie das Feinwaschen ohne Verzögerungspaste. Je nach Intensivität der Wasserstrahl-behandlung entstehen unterschiedlich raue Oberflächen.

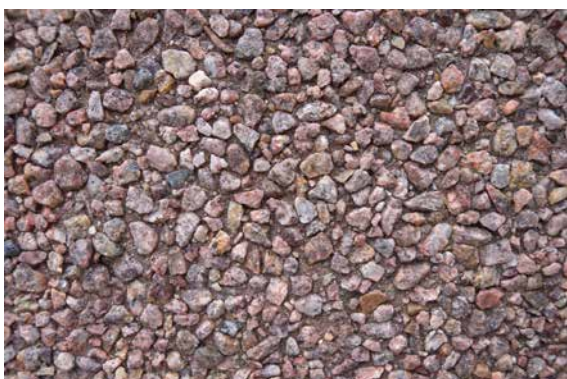


Abb. 6.6
Grob gewaschene Oberfläche



Abb. 6.5
Abgesäuerte Oberfläche

Sandstrahlen

Die Bearbeitung durch Sandstrahlen ergibt eine ähnliche Oberfläche wie das Feinwaschen, allerdings werden hier auch die Gesteinskörner angeraut und verlieren dadurch ihren Glanz. Die Oberfläche wirkt matt und rau. Je nach Wunsch kann die Abtragsstärke variieren.

Flammstrahlen

Durch eine Beflammung mit rund 3.000°C schmilzt die oberste Zementhautschicht ab und die Gesteinskörner platzen ab. Es entsteht eine sehr raue und zerklüftete Betonoberfläche.

Schleifen und Polieren

Wird die Oberfläche nur ganz leicht geschliffen, so dass die Gesteinskörner kaum sichtbar werden, dominiert die Farbe des Zements. Wird so weit abgeschliffen, bis die Gesteinskörner gut sichtbar werden, dominiert die Gesteinsfarbe. Die Oberfläche wird in beiden Fällen sehr glatt und glänzend. Zusätzliches Polieren verstärkt diesen Oberflächenglanz noch deutlich.



Abb. 6.7
Sandgestrahlte Oberfläche

Vielfältig gestaltbare Oberflächen

Stocken

Mit einem speziellen Stockhammer wird die Betonoberfläche grob abgetragen, dadurch entsteht ein sehr rauher Effekt.

Spitzen

Die Betonoberfläche wird ungleichmäßig stark mit diversen Meißeln und Hämmern abgetragen. Es entsteht eine sehr grobe Oberfläche.

Bossieren

Das Verfahren entspricht dem des Spitzens, erzeugt aber deutlich größere Abtragsstärken.

Scharrieren

Mit einem Scharriereisen wird die Betonoberfläche linienförmig abgetragen. Zementstein und Gesteinskörnung bestimmen den Farbeffekt.



Abb. 6.8
Bearbeitungswerkzeuge



Abb. 6.9
Fein geschliffene Oberfläche



Abb. 6.10
Stocken einer Oberfläche

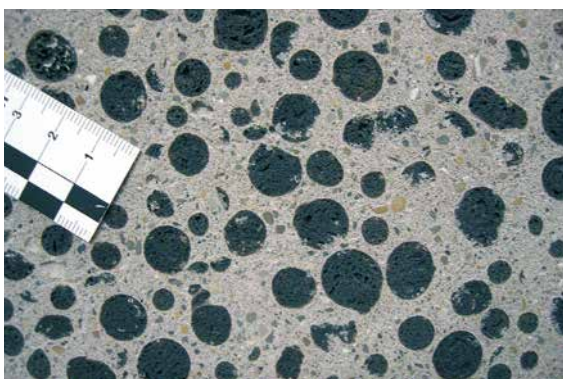


Abb. 6.11
Grob geschliffene Oberfläche



Abb. 6.12
Scharrierte Oberfläche

Farbige Betonoberflächen

Neben der Oberflächenbearbeitung bietet sich auch Farbe als Gestaltungselement an. Üblicherweise wird mit Weißzement ein sehr heller Beton gemischt, der durch die Zugabe von Pigmenten nach DIN EN 12878 in allen Farben hergestellt werden kann. Die Farbgebung wird zusätzlich durch den Einsatz farbiger Gesteinskörnung unterstützt.

Betone aus Grauzementen lassen sich ebenfalls einfärben, wirken aber nicht so klar und leuchtend. Dunkle Betone lassen sich mit Grauzementen leichter einfärben. Die Farbstärke ist abhängig von der Dosierung und Qualität der Farbe. Die Farbe kann pulverförmig oder flüssig zugegeben werden.

Zu beachten bei der Herstellung:

- beim Einsatz von Weißzement das Zementsilo sowie den Zwangsmischer und alle Geräte, mit denen der Beton hergestellt und befördert wird, vor der Produktion reinigen
- Liegezeit beachten, alle Teile etwa gleich lang auf dem Schaltisch (Trockenkammer) lagern
- möglichst bei trockener, warmer Witterung betonieren, da ist die Gefahr von Ausblühungen und Verfärbungen deutlich geringer
- oberflächliches Austrocknen gewährleisten und ggf. hydrophobieren
- farbige Flächen möglichst mit einer Lasur behandeln
- Niederschlagswasser fernhalten
- Probeflächen herstellen, um den Farb- und optischen Gesamteindruck zu beurteilen
- auf möglichst hohe Konstanz bei den Rohstoffen und auf Gleichmäßigkeit bei Herstellung und Verarbeitung achten

Selbst wenn Hersteller und Verarbeiter die notwendige Sorgfalt walten lassen, kann es zu Farbtonschwankungen oder weißlichen Ausblühungen kommen.



Abb. 6.13
Gelb eingefärbter Beton



Abb. 6.14
Schwarz eingefärbter Beton am Beispiel der Stadthalle Rottweil



Abb. 6.15
Schwarz eingefärbter Beton



Abb. 6.16
Rot eingefärbter Beton

Vielfältig gestaltbare Oberflächen

Hydrophobierung

Es ist ratsam bei grauen, bei eingefärbten und insbesondere bei dunklen Betonen, die der Witterung ausgesetzt sind, eine Hydrophobierung aufzubringen, um die Ausblühneigung zu vermindern.



Abb. 6.17
Farbmuster, Lasuren auf grauer Betonoberfläche

Oberflächenschutz

Es besteht die Möglichkeit mit einer pigmentierten Lasur Betonoberflächen zu gestalten. Dadurch entsteht ein einheitlicher Farbton über die gesamte Betonoberfläche. Durch die Lasur kann jeder gewünschte Farbton aufgebracht werden. Darüber hinaus lassen sich Reparaturstellen mit dieser Technik sehr einfach mit demselben Farbton einheitlich überdecken. Die Betonstruktur bleibt dabei erhalten, es entsteht kein Glanz an der Betonoberfläche, die Wände behalten den Betoncharakter, werden aber insgesamt einheitlicher im Farbton.

Die Abb. 6.17 bis 6.20 zeigen einige Beispiele mit pigmentierten Lasuren. Diese Oberflächenvergütung kann sowohl im Herstellwerk als auch später auf der Baustelle aufgebracht werden. Man kann damit Betonelemente gegen Wasser sowie gegen öl- und fettbasierte Verschmutzungen oder Graffiti-Besprühungen schützen. Diverse Hersteller bieten geeignete Produkte und Verfahren an.



Abb. 6.18
Graue Fertigteilfassade



Abb. 6.19
Dieselbe Fassade, mit pigmentierter Lasur behandelt



Abb. 6.20
Wohnhaus, Fassade mit Lasur überzogen



Abb. 6.21
Auftragen einer pigmentierten Lasur

Schutz und Prävention

Zu den werkmäßig ausführbaren Sondermaßnahmen an Fertigteilen gehören Oberflächenbehandlungen mit dem Ziel des Schutzes und/oder der Konservierung der Oberflächenqualität gegen Umgebungseinflüsse (Witterung, Graffiti usw.). Zwar ist es grundsätzlich möglich, die Oberflächen von Betonbauteilen in jedem Alter mit schützenden Oberflächenbehandlungen zu versehen, bei Sichtbetonflächen an Fertigteilen für den Außenbereich empfiehlt sich jedoch ein werkmäßiger Schutz bereits vor Auslieferung und Einbau der Teile. Folgende Oberflächenbehandlungen sind nach ihrer Art und Wirkung zu unterscheiden:

- Die Hydrophobierung ist eine Behandlung der Betonoberfläche mit einem flüssigen, wasserabweisenden Silan. Hydrophobierungen sind nicht filmbildend, sondern dringen in das oberflächennahe Porensystem des Betongefüges ein. Damit wird die kapillare Saugwirkung des Porensystems aufgehoben und der Transport von Feuchtigkeit und Schadstoffen in das Betongefüge hinein und von gelösten Mineralien (Freikalk) aus dem Porensystem an die Betonoberfläche verringert. Hydrophobierungen sind einfach aufzubringen. Die wasserabweisende Wirkung kann bis zu 10 Jahre anhalten.
- Lasuren dringen ähnlich wie Hydrophobierungen in das oberflächennahe Betongefüge ein. Sie bilden ebenfalls keinen versiegelnden Lackfilm im Sinne einer Beschichtung. Für den Betrachter sind sie im Allgemeinen unsichtbar. Lasuren sind nach aktueller Erfahrungslage zwar aufwendiger, aber erheblich dauerhafter und von wesentlich besserer qualitätskonservierender Wirkung als Hydrophobierungen. Ausblühungen, witterungsbedingte Substanzverluste und biogene Besiedlungen der Betonoberfläche (Algen, Flechten, Moose usw.) werden weitestgehend verhindert. An architektonischen Betonflächen im Außenbereich, vor allem aber an eingefärbten und an bearbeiteten Betonflächen ist ein Schutz durch eine Lasur der aktuelle Stand der Technik. Bei eingefärbten Lasuren ist das Aufbringen nach der Montage auf der Baustelle empfehlenswert, dadurch können Reparaturstellen mit abgedeckt werden.

- Graffitischutzsysteme sind partielle, flächenhafte Beschichtungen mit einem Material, das sich nach der Applikation unerwünschter Graffiti durch Dampf- oder Hochdruckwasserstrahlen entfernen lässt. Dabei kann auch das Graffiti wieder von der Wand entfernt werden. Nach dem Abstrahlen des Graffitischutzes muss die schützende Schicht jedoch bei den meisten Systemen erneuert werden. Graffitischutzsysteme sind mehr oder weniger auffällig sichtbar. Sie wirken je nach System „speckig“ oder matt glänzend und verändern die Farbtönung. Sie werden deshalb und aus Kostengründen üblicherweise nur an entsprechend gefährdeten Flächen vorgesehen.



Abb. 6.22
Leichter Abtrag dank Graffitischutz



Abb. 6.23
Der Graffitischutz wirkt sich auf die Farbe der Betonoberfläche aus

7. Transport und Montage

Allgemeines

Der Transport eines Betonfertigteils vom Hersteller auf die Baustelle und der Einbau in die richtige Lage im Bauwerk sind beim Bauen mit Fertigteilen obligatorische baubetriebliche Vorgänge. Daher sind die damit eingeschlossenen Arbeiten, Vorgänge und Prozesse sowie die baubetrieblichen „Stationen“ eines Betonfertigteils bis zur endgültigen Einbaulage bei Fertigteilen mit hohen architektonischen Anforderungen besonders zu prüfen und zu betrachten, da jede Lagerung und Bewegung des Teils das Potenzial der Beschädigung oder Verschmutzung in sich birgt.

Insbesondere sind vor der Herstellung der Teile zu klären:

- Die Nachbehandlung der Bauteile im Werk und deren Weiterlagerung bis zur Auslieferung.
- Der Schutz hochwertiger architektonischer Flächen bei Verladung, Transport sowie Entladung und Versetzen auf der Baustelle. Sofern eine Zwischenlagerung der Fertigteile an der Baustelle erforderlich wird, sind hier die gleichen Aspekte zu klären und zu organisieren wie bis zur Auslieferung im Werk.

Zum Schutz der Qualität ist es hilfreich, die vorgenannten Belange des baubetrieblichen Umgangs mit den Fertigteilen vorab mit allen Beteiligten im Team zu klären.

Transport

Nicht nur die Lagerung im Herstellwerk ist entscheidend, sondern auch die Lagerung während des Transportes zur Baustelle. Werden Elemente aufeinandergestapelt, zeichnen sich möglicherweise Hölzer oder Kunststoffteile, die für die Stapelung benötigt werden, auf den Elementen ab. Sonneneinstrahlung oder auch Regen können bei Fenstern und Aussparungen Farbunterschiede an der Betonoberfläche verursachen. So kann ein Fenster sich auf dem darunter liegenden Bauteil heller abzeichnen.

Montage

Die Elementwände werden üblicherweise mit dem Kran versetzt. Die dazu vorgesehenen Montagehülsen bleiben teilweise sichtbar.

Bei unsachgemäßem Umgang mit den Wänden kann es zu Schäden, Abrissen und Abplatzungen kommen. Besonders groß ist die Gefahr von Schäden beim Stellen der Elemente, schmutzige Hand- und Fußabdrücke hinterlassen „bleibende Eindrücke“.

Es dürfen keine Gegenstände an die Wand gestellt und keine Markierungen der nachfolgenden Gewerke auf die Betonoberflächen aufgebracht werden. Sichtbetonwände sind durch Hinweisschilder zu kennzeichnen.

Es empfiehlt sich Sichtbetonwände generell vor Verschmutzung zu schützen, sei es werkseitig durch Hydrophobierung oder durch Einhausen, zum Beispiel mit Folie.



Abb. 7.1
Montagestützen



Abb. 7.2
Fertigteil am Kran

8. Betonkosmetik auf der Baustelle

Allgemeines

Hinsichtlich der betonkosmetischen Bearbeitung einer abweichenden, mangelbehafteten oder beschädigten Sichtbetonfläche sind derzeit zwei unterschiedliche Kategorien zu unterscheiden:

- Die kosmetische Nachbesserung durch den Fertigteilhersteller oder durch das ausführende Unternehmen. Derartige Arbeiten sind üblicherweise hinreichend zur Instandsetzung technischer Bauteilschäden oder gestalterischer Abweichungen geringer Größe und Ausprägung. Normalerweise gelangen diese Bearbeitergruppen meist schnell an die Grenzen ihrer Möglichkeiten.
- Die kosmetische Bearbeitung von Sichtbetonflächen durch betonkosmetische Fachbetriebe. Die derzeitigen Anbieter sehr hochwertiger kosmetischer Korrekturen am Sichtbeton sind überwiegend gut ausgebildete Restauratoren und Kirchenmaler, die mit großer künstlerischer Fähigkeit ihr Geschäft betreiben.

Noch vor wenigen Jahren galt eine ganze Reihe von Abweichungen an Sichtbetonflächen im Sinne des vertraglichen Gestaltungsziels als „nicht nachbesserbar“. Dank der Anbieter einer völlig neuen Qualität der Betonkosmetik gibt es nur noch wenige Abweichungen oder gar Mängel an Sichtbetonflächen, denen nicht abgeholfen werden kann. Mit einer qualifizierten, von einem Fachbetrieb ausgeführten Flächenkosmetik werden zwar die Möglichkeiten der Nachbesserung von Sichtbetonflächen erheblich erweitert, aber diese Nachbesserung kann im Einzelfall auch zu einem kostenintensiven Gewerk werden, das auf möglichst geringe Teilflächen beschränkt bleiben sollte.

Reparaturstellen

Durch den Einbau der Elemente mit dem Kran kommt es immer wieder zu Schadstellen an den Elementen. Dies kann durch unsachgemäßen Umgang oder auch durch Missgeschicke auf der Baustelle passieren. Diese Schäden werden dann mehr oder weniger fachmännisch ausgebessert. Hierzu verwendet man in der Regel eine Spachtelmasse. Meist ist die Farbe der Spachtelung nicht identisch mit der Farbe des auszubessernden Betons. Dadurch wird

eine solche Flickstelle meist sichtbar bleiben. In vielen Fällen wird eine Schadstelle eher „verschlimmbessert“ und fällt stärker auf, als wenn sie unbehandelt bliebe.

Auch das Saug- und Alterungsverhalten ist meist ein anderes als das des Originalbetons.

Probeflächen

Um die Farbe und die Qualität einer Spachtelung zu testen, sollte eine Versuchsfläche angelegt werden, bevor das Bauteil selber verspachtelt wird. Diese Versuchsfläche dient gleichzeitig als Referenzfläche für den Auftraggeber, anhand derer er beurteilen kann, ob er mit einer solchen Reparatur einverstanden ist. So kann auch die Qualität der Ausführung vorab geprüft werden.

Es ist auf alle Fälle ratsam, hier eine fachmännisch korrekte und saubere Arbeit zu hinterlassen, denn für die Abnahme einer Sichtbetonfläche sind oft solche Reparaturstellen entscheidend.



Abb. 8.1
Kosmetiker bei der Arbeit

9. Nachbehandlung

Nachbehandlung im Fertigteilwerk

Im Gegensatz zu Ortbeton, bei dem sich die Nachbehandlung des jungen Betons über mehrere Tage erstreckt, findet im Fertigteilbau nur sehr selten eine Nachbehandlung der Elemente statt.

Die Norm fordert für Betone aller Expositionsklassen außer XM eine Nachbehandlung, bis 50 % der Nennfestigkeit erreicht sind. Im Fertigteilwerk ist bedingt durch die Herstellung sehr hochwertiger Betone und einer Reifung des Betons in der Trockenkammer diese Nennfestigkeit bereits beim Abheben der Elemente erreicht. Daher ist eine Nachbehandlung in Fertigteilwerken nicht nötig. Ein Fertigteil, das das Werk verlässt, ist fertig. Eine Weiterbehandlung des Teils ist nicht erforderlich.

Risse und Ausblühungen

Durch zu schnellen Wasserentzug an der Betonoberfläche kann es bei der Aushärtung zu Rissen im Beton kommen. Dies kann durch zu hohe Beton- und Umgebungstemperaturen oder durch eine zu geringe Luftfeuchtigkeit in der Trockenkammer auftreten. Die Risse entstehen meistens direkt über der eingelegten Bewehrung am Ort der geringsten Betondeckung.

Um dies zu vermeiden, ist es ratsam, die Luftfeuchte in der Kammer zu erhöhen oder das Bauteil mit Folie gegen Austrocknung zu schützen. Auch zu starke Temperaturunterschiede innerhalb der Trockenkammer können zu Rissen führen.

Betonfertigteile sollten im jungen Alter zudem vor Nässe, Regen und Schnee geschützt werden, da die Ausblühungsgefahr sehr groß ist. In vielen Fällen eignet sich hier eine Hydrophobierung, die das Eindringen von Wasser verhindert. Eine Lagerung in geschlossenen Hallen vermindert Ausblühungen.



Abb. 9.1
Trockenkammer



Abb. 9.2
Risse in einer Wand



Abb. 9.3
Abheben des Elements nach der Trockenkammer



Abb. 9.4
Wasserschlieren führen zu Ausblühungen

10. Abnahme der Sichtbetonfläche

Betrachtungsabstand

Es empfiehlt sich, Sichtbeton bei der Abnahme aus einem idealen Betrachtungsabstand zu beurteilen. Der richtige Betrachtungsabstand ist der, der erlaubt, das Bauwerk in seinen wesentlichen Teilen optisch gesamt zu erfassen. Ist es ein Gebäude, so gilt der Abstand, bei dem das Gebäude als Ganzes zu sehen ist. Handelt es sich um eine Gebäudewand, so gilt der Abstand, bei dem sich die ganze Wand betrachten lässt. Entscheidend sind die Lichtverhältnisse. Die Abnahme sollte tagsüber ohne direkte Sonneneinstrahlung erfolgen. Die Abendsonne mit Schlagschatten lässt Ungenauigkeiten deutlicher hervortreten. Auch an feuchten, regnerischen Tagen hinterlässt die Ansichtsfläche einen anderen optischen Eindruck. Es gibt unterschiedliche Abnahmesituationen: Zum einen am Bauteil (einzelne Elemente) zum anderen am Gesamtobjekt. Je nachdem, was vereinbart wurde.

In den FDB-Merkblättern wird für die Abnahme Folgendes definiert:

- Gesamteindruck geht vor Einzelkriterium
- angemessener Betrachtungsabstand und übliche Lichtverhältnisse
- Bauwerk: Abstand, der erlaubt, das Bauwerk in seinen wesentlichen Teilen optisch gesamt zu erfassen
- Bauteile: Abstand, der üblicherweise vom Betrachter eingenommen wird, bzw. Publikumsabstand bei der Nutzung



Abb. 10.1
Angemessener Betrachtungsabstand: das Gebäude als Ganzes wahrnehmbar



Abb. 10.2
Angemessener Betrachtungsabstand für ein Gebäude



Abb. 10.3
Betrachtungsabstand aus Sicht des üblichen Publikumsverkehrs



Abb. 10.4
Angemessener Betrachtungsabstand für ein Bauteil

Abnahme der Sichtbetonfläche

Sichtbetonflächen – Anforderungen bei der Abnahme

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.

Zu tolerierende Abweichungen im Erscheinungsbild der Sichtbetonfläche sind:

- geringe Strukturunterschiede bei bearbeiteten Betonflächen
- Wolkenbildungen, Marmorierungen und geringe Farbabweichungen
- Porenhäufung
- sich abzeichnende Abstandhalter und Bewehrung
- dunkle Streifen und geringe Ausblutungen an Schalelementstößen
- Schleppwassereffekte in geringer Anzahl und Ausdehnung
- vereinzelte Kalkfahnen und Ausblühungen
- Kantenabbrüche bei der Ausführung scharfer Kanten
- geringe Verwölbungen.

Folgende Forderungen sind technisch nicht oder nicht zielsicher herstellbar:

- gleichmäßiger Farbton aller Ansichtsflächen am Bauwerk
- porenfreie Ansichtsflächen
- gleichmäßige Porenstruktur (Porengröße und -verteilung)
- Oberfläche ohne Haarrisse.

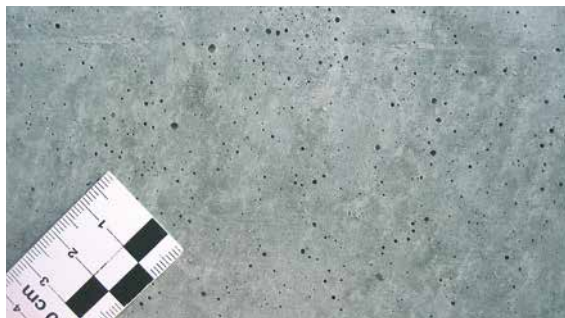


Abb. 10.5
Porenhäufungen

Beurteilungskriterien

Die Beurteilung von Sichtbeton soll nach objektiven, möglichst meßbaren Kriterien und aus den Abmessungen des Bauwerks angemessenen Entfernung erfolgen. Sachgemäße Nachbearbeitung ist zulässig.

Nicht geschalte Sichtbetonflächen

Handbearbeitete Sichtbetonflächen zeigen erkennbare Spuren der Bearbeitungstechnik und können Wolken und Farbunterschiede aufzeigen.

Bewertung von Rissen

Stahlbeton ist eine „gerissene“ Bauweise. Risse sind materialbedingt und können nicht vermieden werden. Die gestalterische Bewertung von Rissen ist nur möglich, wenn im Bau- oder Liefervertrag diesbezüglich Anforderungen formuliert wurden. Ansonsten werden Risse nach den allgemeinen technischen Kriterien des Stahlbetonbaus beurteilt. Unbedenklich sind Risse mit einer mittleren Rissbreite von 0,3 mm bei Außenbauteilen und von 0,4 mm bei Innenbauteilen.



Abb. 10.6
Farbunterschiede



Abb. 10.7
Marmorierungen



Abb. 10.8
Unbedenkliche Rissbreite

11. Produktvariationen der Fertigteile

Betonfertigteile

Die Vorfertigung eignet sich hervorragend für die Herstellung von hohen Stückzahlen. Vorgefertigte Elemente gibt es daher in allen Variationen, so zum Beispiel:

- Deckenelemente (Filigrandecken)
- Vollwände
 - einseitig schalungsglatt
 - zweiseitig schalungsglatt
- Doppelwände (Hohlwände)
- Thermowände (innenliegende Dämmung)
- Spezial- und Sonderbauteile
- Balkonplatten
- usw.

Betonwaren

Dies gilt in noch höherem Maße für eigentliche Massen-güter, die in möglichst identischer Form und gleichen Abmessungen verlangt werden, wie zum Beispiel:

- Wandscheiben
- Betonschutzwände
- Platten
- Pflastersteine
- usw.

Deckenunterseiten sind äußerst schwierig in Sichtbeton-qualität ohne Farbabweichungen, die durch den Transport oder die Verlegung und Unterjochung auf der Baustelle entstehen können, zu realisieren.



Abb. 11.1
Deckenelemente



Abb. 11.2
Unterjochung einer Filigrandecke



Abb. 11.3
Doppelwände



Abb. 11.4
Balkonplatten

12. Literaturempfehlungen

Leitfaden für Sichtbeton
Tipps aus der Praxis für Planung und Herstellung
Holcim (Süddeutschland) GmbH, 2011

Merkblatt Sichtbeton
DBV und DBZ (Eigenverlag), 2006

Merkblatt Nr. 1 über Sichtbetonflächen von Fertigteilen
aus Beton und Stahlbeton 06/2005
Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteile e. V.

Merkblatt Nr. 8 über Betonfertigteile aus Architektur-
beton 01/2009
Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteile e. V.

Technik des Sichtbetons
Peck / Bose / Bosold
Verlag Bau + Technik GmbH, 2007

Sichtbetonhandbuch 2006
Verlag Bau + Technik GmbH, 2006

Sichtbetonhandbuch 2007
Verlag Bau + Technik GmbH, 2007

Sichtbetonhandbuch 2008
Verlag Bau + Technik GmbH, 2008

Sichtbeton
Holcim (Schweiz) AG, 2006

Wegweiser Sichtbeton
Bauverlag BV GmbH und alkus AG, 2007

Sichtbeton Atlas
Joachim Schulz
Vieweg + Teubner, GWV Fachverlag GmbH, 2009

Sichtbeton
Technologie und Gestalt
Verlag Bau + Technik GmbH, 2006

Sichtbeton
Betrachtungen
Ausgewählte Architektur in Deutschland
Rüdiger Kramm / Tilman Schalk
Verlag Bau + Technik GmbH, 2007

Zement-Merkblatt Hochbau
Sichtbeton – Techniken der Flächengestaltung
Peck / Bosold
Verein Deutscher Zementwerke e.V., 2009

Beton-Information Spezial
Sichtbeton – Planung und Ausführung
Beton Marketing
Verlag Bau + Technik GmbH, 2006

Wie bei Ando ...
Scharfe Kanten bei Sichtbeton
Diethelm Bosold, Beton Marketing, 2007
Sonderdruck opusC

Sichtbeton-Planung
Joachim Schulz
Friedr. Vieweg & Sohn Verlag/GWV Fachverlage GmbH,
2004

Sichtbeton-Mängel
Joachim Schulz
Friedr. Vieweg & Sohn Verlag/GWV Fachverlage GmbH,
2004

Experte für Lasuren und Oberflächenveredelung

PSS INTERSERVICE GmbH
Saalmanstraße 11, 13403 Berlin
Tel. 030 4140890, www.pss-interservice.eu

Experte für Betonsanierung

Sichtbetonkosmetik Kopp
Tulpenweg 12, 89607 Emerkingen
Tel. 07393 917155, www.sibeko-kopp.de

PROBLEMLÖSUNG

QUALITÄT

LIEFERSICHERHEIT

SCHNELLIGKEIT

Lösungen liefern. Zukunft bauen.

Gute Leistung basiert auf gutem Service. Deswegen legen wir bei Holcim viel Gewicht auf umfassende Dienstleistungen rund um Baustoffe wie Zement und Beton. Wir sind gut erreichbar, gehen umfassend auf Ihre Anforderungen ein und liefern schnell. Denn als eines der führenden Unternehmen der Baustoffindustrie wirkt Holcim mit Know-how und Engagement an Ihren Projekten mit.



Holcim (Deutschland) GmbH

Technisches Marketing

Hannoversche Straße 28

31319 Sehnde-Höver

Telefon +49 (0) 5132 927-432

Telefax +49 (0) 5132 927-430

technisches-marketing@lafargeholcim.com

www.holcim.de