

## Oberflächen von GFB-Bauteilen

### 1 Einleitung

Bauteile aus Glasfaserbeton und textil bewehrtem Beton (GFB) werden in vielfältiger Weise bei der Herstellung und Gestaltung von Bauwerken eingesetzt. So werden aus GFB Fassaden- und Gestaltungselemente, aber auch Straßenmobiliar, Kunstwerke oder Sanitärgegenstände gefertigt. An solche Bauteile werden hohe Anforderungen bezüglich ihres Erscheinungsbildes gestellt. Das vorliegende Merkblatt soll Planern und Bauherren Hinweise zur Gestaltung von Sichtbetonbauteilen aus GFB geben.

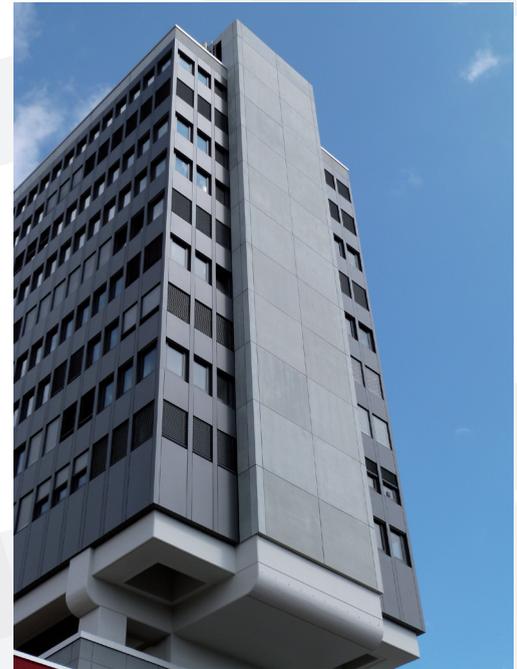
### 2 Material und Eigenschaften

Stofflich besteht Glasfaserbeton aus den gleichen Ausgangsstoffen wie Normalbeton, im Wesentlichen Zement, Gesteinskörnungen und Wasser sowie Zusatzmitteln und Zusatzstoffen. Als Bewehrung werden AR-Glasfasern eingesetzt. Ausgangsstoffe, Rezeptur Verarbeitungstechnik, Erhärtungsbedingungen, Schalhaut, Nachbehandlung und Randbedingungen am eigentlichen Einbauort bestimmen wie bei Normalbeton das Erscheinungsbild der Betonoberfläche. Dazu gehören auch bestimmte Unregelmäßigkeiten, die charakteristisch für den Werkstoff sind und seine Lebendigkeit ausmachen.

### 3 Sichtbetonoptik bei GFB

#### 3.1 Allgemeine Charakteristik

Bei GFB-Fertigteilen kann wegen der werkmäßigen Produktion i.d.R. eine gute Oberflächen- und Sichtbetonqualität mit ebener Oberfläche, geringer Porosität und relativer Farbgleichheit erwartet werden. Ein von diesem Idealbild abweichendes Aussehen der Fertigteile stellt nicht von vornherein einen Mangel dar. Hier muss sorgfältig zwischen den so genannten nicht vermeidbaren und vermeidbaren Abweichungen unterschieden werden.



#### 3.2 Nicht oder nur bedingt vermeidbare Abweichungen

Zu den technisch nicht oder nur bedingt vermeidbaren Abweichungen in der Sichtbetonoptik gehören all jene Faktoren, die im Werkstoff selbst, seiner Herstellung oder seiner Verwendung und den Bedingungen am Verwendungsort begründet sind. Hierzu zählen Ausblühungen, Farbungleichmäßigkeiten, Marmorierungen, Wolkenbildung und Porigkeit der Oberfläche, feine Haarrisse, aber auch witterungs- und umweltbedingte Veränderungen.

##### 3.2.1 Ausblühungen

Bei der Hydratation von Beton entsteht u.a. Calciumhydroxid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), das an die Betonoberfläche diffundieren und sich dort nach Reaktion mit dem Kohlendioxid der Luft als mäßig lösbares weißliches Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) ablagern kann. Dies führt ebenso wie der Trocknungsvorgang zu einer Aufhellung der Oberfläche. Ausblühungen sind bei Beton prinzipiell nicht zielsicher vermeidbar, sie müssen als werkstoffimmanente „Eigenschaft“ betrachtet werden.

## Oberflächen von GFB-Bauteilen

### 3.2.2 Farbungleichmäßigkeiten

In Folge üblicher Schwankungen bei den Rohstoffen, aber auch geringen Inhomogenitäten der Betonmischung, wechselnden Erhärtungsbedingungen oder veränderlichen Oberflächeneigenschaften der Schalhaut können Farbunterschiede zwischen den einzelnen Fertigungen auftreten. Besonders ausgeprägt können solche Unterschiede bei langfristig angelegten Produktionen sein. Einen großen Einfluss auf Farbintensität und Farbgleichmäßigkeit hat weiterhin die Hydratation des Betons. Diesen werkstoffspezifischen Eigenschaften muss bei der Herstellung und Beurteilung von Bauteilen sowie Mustern und Mock-ups Rechnung getragen werden.

### 3.2.3 Marmorierung und Wolkenbildung

Abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit der verwendeten Schalungsmaterialien kann es vor allem bei glattem Schalungsmaterial zu Wolkenbildung und Marmorierung kommen. Diese Oberflächeneffekte lassen sich auch bei größtmöglicher Sorgfalt nicht vollkommen verhindern, sie gehören zur Charakteristik von Sichtbeton und sind sogar nicht selten entscheidendes Kriterium für die Auswahl von Beton als Material.

### 3.2.4 Porigkeit

Wenngleich bei Glasfaserbeton i.d.R. eine sehr dichte Oberfläche erzielt werden kann, gilt auch für GFB-Bauteile, dass eine vollkommen porenfreie Oberfläche technisch nicht zielsicher realisierbar ist. In der Regel kann bei GFB-Bauteilen eine Oberfläche der Porigkeitsklasse P3 (Sichtbetonklasse SB3 nach [1]) erreicht und erwartet werden. Bei sehr hohen Anforderungen sind auch Elemente herstellbar, die der Porigkeitsklasse P4 genügen. Allerdings muss dies entsprechend ausgeschrieben und der Mehraufwand auch vergütet werden.

### 3.2.5 Witterungs- und umweltbedingte Veränderungen

Jedes im Außenbereich eingesetzte Bauteil unterliegt den ortsüblichen Witterungs- und Umweltbedingungen. Diese Einflüsse können im Laufe der Zeit zu einer Veränderung des Erscheinungsbildes der Bauteiloberfläche führen.

Die Bildung einer Kalkpatina ist meist Grund für Aufhellungen. Im Allgemeinen ist der unvermeidbare Prozess der Karbonatisierung in der Fläche relativ homogen, so dass die Oberflächen über die Zeit sehr gleichmäßig heller werden. Schattierungen können aber immer dann auftreten, wenn die Oberflächen ungleichmäßig befeuchtet werden. Auch biogene Angriffe können die Erscheinung der Oberflächen verändern. Durch eine angemessene Gestaltung und Ausführung der Bauteilanordnungen lassen sich diese Einflüsse weitgehend minimieren. Dabei ist vor allem auf eine wirkungsvolle Abführung von Niederschlagwasser zu achten.

### 3.3 Vermeidbare Abweichungen

Die Erfahrung zeigt, dass eine Reihe von Sichtbetonschäden auf Ursachen bei Transport, Lagerung und Handling zurückzuführen sind. Solche Beeinträchtigungen in der Optik sind zweifellos vermeidbar, wenn die Bauteile auf der Baustelle richtig gelagert und mit den Fertigteilen sachgemäß umgegangen wird.

Nicht selten entstehen bereits während der Bauphase Schäden an Sichtbeton-Bauteilen, die durch andere Gewerke verursacht wurden. Zur Vermeidung solcher Beeinträchtigungen ist es zwingend notwendig, den Ablauf der einzelnen Bauaktivitäten und Gewerke so zu planen und aufeinander abzustimmen, dass von vornherein absehbare Beeinträchtigungen der Sichtbetonoptik vermieden werden. Ist ein abgestimmter Ablauf der Arbeiten aus Termingründen nicht realisierbar, müssen besondere Maßnahmen vorgesehen werden, z.B. der Schutz der Bauteile mit hinterlüfteten Folien.

### 3.4 Konstruktionsbedingte Schäden

In Mitteleuropa gehören Sonne, Wind, Regen, Schnee und Frost zu den normalen jahreszeitlichen Witterungsbedingungen. Bei der Konstruktion von und mit GFB-Bauteilen müssen diese Einflüsse hinreichend berücksichtigt werden.

Zu den Ursachen der konstruktionsbedingten Sichtbetonschäden gehören vor allem eine nicht den Witterungsbedingungen genügende Ausbildung der Fertigteile sowie die Beeinträchtigung der GFB-Bauteile selbst durch andere Baustoffe und Materialien oder die Beeinträchtigung von angrenzenden Bauteilen durch die GFB-Bauteile.

## 4 Maßnahmen zum Oberflächenschutz

### 4.1 Vorbereitende Maßnahmen

Grundsätzlich bietet die werkmäßige Herstellung von Bauteilen gute Voraussetzungen für eine gleichmäßige und dauerhafte Qualität der Oberfläche, da bei der werkmäßigen Produktion weitgehend konstante Herstellungsbedingungen vorliegen. Eine gleichmäßige Produktion der Bauteile setzt allerdings einen ausreichenden Zeitrahmen voraus. Insbesondere bei Bauteilen, an die hohe Anforderungen bezüglich der Ästhetik gestellt werden, ist eine ausreichende Erhärtungs- und Nachbehandlungszeit von entscheidender Bedeutung, um ansprechende Sichtbetonoberflächen zu erhalten. Im Zuge der Vergabe und Beauftragung müssen daher realistische Zeitabläufe in Absprache mit dem Hersteller festgelegt werden.

### 4.2 Lagerung und Handling

Ab Übergabe der Bauteile auf der Baustelle ist in der Regel das verarbeitende Bauunternehmen für den Schutz und die fachgerechte Lagerung der Bauteile verantwortlich. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Mitarbeiter des Verarbeitungsbetriebes vom Hersteller der Bauteile

in die richtige Lagerung und das richtige Handling der Bauteile einweisen zu lassen oder entsprechende Dokumentationen mit Verarbeitungshinweisen zur Verfügung zu stellen.

### 4.3 Konstruktive Maßnahmen

Bei Konstruktionen mit Glasfaserbeton-Fertigteilen sollte sowohl zum Schutz des Bauteils selbst als auch zum Schutz von angrenzenden Bauteilen auf eine sichere und geregelte Abführung des Oberflächenwassers geachtet werden. Die Ausbildung von Tropfnasen ist z.B. ein geeignetes Mittel, um „wilde“ Wasserläufer zu verhindern, in deren Folge es zu unschönen Veränderungen mit Verfärbungen und Streifenbildung auf den GFB-Bauteilen, aber auch zur Beeinträchtigung von angrenzenden Bauteilen kommen kann, z.B. einer reinigungsintensiven Eintrübung von Glasscheiben durch Alkalien. Bei schwach geneigten Bauteilen, etwa Abdeckungen von Brüstungen und Attiken oder Fensterbänken sollte auf ein ausreichend großes Gefälle von min. 3% geachtet werden, um längere Verweilzeiten von Niederschlagswasser zu vermeiden und damit Auslaugungen und Ausblühungen zu verhindern.

### 4.4 Oberflächenschutzsysteme

In der Regel widerstehen Bauteile aus Glasfaserbeton auch ohne besondere Schutzmaßnahmen hinreichend den Einflüssen der Witterung. In bestimmten Fällen und bei sehr hohen Anforderungen an die Sichtbetonoptik und Dauerhaftigkeit kann es jedoch zweckmäßig sein, einen zusätzlichen Oberflächenschutz in Form einer Hydrophobierung aufbringen zu lassen. Die Hydrophobierung reduziert sowohl die Wasseraufnahme des Bauteils als auch den Salzaustausch (Ausblühungen) zwischen Kernbeton und Oberfläche. Hydrophobierte Oberflächen haben darüber hinaus den Vorteil, dass sie sich leichter reinigen lassen und weniger zur Anlagerung von organischem Material neigen.

## Oberflächen von GFB-Bauteilen

Neben den Hydrophobierungen stellt der Graffiti-Schutz eine notwendige Maßnahme dar, wenn Vandalismus zu befürchten ist. Die Erfahrung zeigt, dass Graffiti-Malereien kaum oder nur schwer von Beton zu entfernen sind. Es wird empfohlen, den Graffiti-Schutz auch auf Bauteile in größerer Höhe auszudehnen.

### 5 Planung und Beurteilung der Optik

Voraussetzung für die zielsichere Ausführung von Sichtbetonbauwerken oder -bauteilen ist eine genaue Definition des geforderten Aussehens, das auch im Leistungsverzeichnis beschrieben sein muss. Formulierungen wie „Sichtbeton, grau mit glatter Oberfläche“ sind unzureichend, wenn eine konkrete Sichtbetonoptik gefordert und erreicht werden soll. Es ist Aufgabe des Planers, diese Anforderungen so präzise wie möglich zu formulieren, ggf. unter Hinweis auf Referenzen. Sind die Anforderungen an die Sichtbetonbauteile klar formuliert, hat es sich als zweckdienlich erwiesen, Musterfassaden oder Musterbauteile und Grenzmuster anfertigen zu lassen, um die Erreichbarkeit der Ziele zu überprüfen, ggf. Korrekturen an Planungsdetails vorzunehmen.

Zum Thema Sichtbeton gibt es eine Reihe von Fachveröffentlichungen, die Möglichkeiten, aber auch Grenzen der Sichtbetonoptik aufzeigen. In der Fachwelt allgemein anerkannt sind u.a. das „Merkblatt Sichtbeton“ des Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein e.V. [1] und das „Merkblatt Nr.1“ der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. [2].

Bei der Beurteilung der Sichtbetonbauteile aus GFB sollten die o.g. Merkblätter herangezogen werden. Darüber hinaus sind die Leistungsvereinbarungen zu beachten. Auf der Grundlage dieser Unterlagen ist die Beurteilung der Sichtbetonoptik vorzunehmen. Maßgebendes Kriterium ist bei allen Sichtbetonflächen der so genannte Gesamteindruck bei Betrachtung

des Objektes oder Bauteils aus einem angemessenen Abstand und unter üblichen Lichtverhältnissen.

Der angemessene Betrachtungsabstand entspricht beim Bauwerk demjenigen Abstand, der es erlaubt, das Bauwerk in seinen wesentlichen Teilen visuell zu erfassen, und beim Bauteil dem Abstand, der bei üblicher Nutzung vom Betrachter eingenommen wird. Das willkürliche Auslesen von einzelnen Teilbereichen oder Flächen, die möglicherweise nicht den Erwartungen entsprechen, ist nach Regelwerk nicht zulässig. Erst wenn der Gesamteindruck als unbefriedigend eingestuft wird, kommen Einzelkriterien zum Tragen.

Die Beurteilung von Sichtbetonbauteilen sollte auch bei Glasfaserbeton stets in angemessenem zeitlichem Abstand zu Herstellung und Verarbeitung erfolgen. Die Erfahrung zeigt, dass jede Betonfassade – gleich, ob aus Ortbeton oder mit Fertigteilen errichtet – insbesondere in der ersten Zeit erheblichen Veränderungen im optischen Erscheinungsbild unterliegt. Die Veränderungen werden im Wesentlichen durch das Klima am Einbauort, durch den Feuchtegehalt des Bauteils, den Fortschritt der Karbonatisierung und Umwelteinflüsse verursacht. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte hat es sich als zweckdienlich erwiesen, bei Sichtbetonbauteilen eine längere Standzeit abzuwarten und die Entwicklung des optischen Erscheinungsbildes zu beobachten, bevor etwaige Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden.

- [1] DBV-Merkblatt „Sichtbeton“; Fassung 2015; Eigenverlag Wiesbaden 2015
- [2] FDB-Merkblatt Nr. 1 Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton; Fassung 06/2015
- [3] cemsuisse-Merkblatt MB 02 „Merkblatt für Sichtbetonbauten“; Betonsuisse Marketing AG, Bern