

Sichtbetonoberflächen und Gewährleistung

DI Dr. Roland Travnicek
 SV-Büro für Betontechnologie und Betonverfahrenstechnik, Wien

1 Zielsetzung

Der vorliegende Beitrag setzt sich zum Ziel, die technische Machbarkeit von architektonischen Sichtbetonoberflächen darzustellen und aufzuzeigen. Weiters ist dem Planer bzw. Nutzer = Betrachter von Sichtbetonflächen näherzubringen, dass die Herstellung einer Sichtbetonfläche – grundsätzlich wie jeder Bauteil – an der Baustelle bedeutet

Produktion vor Ort in Stückzahlen von eins.

Generell beinhaltet die relevante Fachliteratur überwiegend die Planung, ganz besonders die nachträgliche Beurteilung von Mängeln und ihre Instandsetzung. Über die baupraktische Machbarkeit wird eigentlich nur am Rande berichtet.

2 Definitionen und Begriffe (siehe [1] und [2])

Umgangssprachlich wird unter Gewährleistung die Erfüllung einer bestimmten werkvertraglich vereinbarten Leistung oder Eigenschaft verstanden. Demzufolge ist dies ebenso unter dem Titel des vorliegenden Beitrages zu verstehen. Es ist aber wiederum umgangssprachlich bei der Erfüllung eines Werkvertrages – beispielsweise die Herstellung von Sichtbetonbauteilen – unter Gewährleistung immer das Entstehen des ausführenden Bauunternehmens für etwaige aufgetretene Mängel zu verstehen.

Die entsprechende juristische Formulierung beschreibt die Gewährleistung wie folgt:

Gewährleistung ist die bei entgeltlichen Verträgen gesetzlich angeordnete Haftung des Auftragnehmers für Sach- und Rechtsmängel, die der Leistung zum Zeitpunkt der Erbringung anhaften.

Die Gewährleistung gilt bekanntermaßen immer verschuldensunabhängig, dies bedeutet, dass der Auftragnehmer ebenso für die Mängel seiner Subunternehmer und aller Lieferanten einzustehen hat.

Daher wird grundsätzlich zwischen

- Erfüllungsanspruch und
- Gewährleistungsanspruch

im Werkvertragsrecht unterschieden.

Vertraglich bedungene Eigenschaften ergeben sich im vorliegenden Fall bei Sichtbetonoberflächen aus der

- Leistungsbeschreibung und idealerweise aus der
- Probefläche.

Beide Punkte sind dann der Massstab für die Erfüllung des Vertrages oder der Mangelhaftigkeit der entsprechenden Leistung (= Sichtbetonoberfläche).

Die Abgrenzung zwischen einem gewährleistungspflichtigen Mangel und einer bzw. mehreren unvermeidbaren Unregelmäßigkeiten ist grundsätzlich schwierig zu beurteilen. Unvermeidbare Unregelmäßigkeiten sind eben

Tab. 1: Definition/Erfüllungs- und Gewährleistungsanspruch

| Erfüllungsanspruch | Auftraggeber | Recht, die vertraglich bedungene Leistung zu erhalten |
|-------------------------|---------------|--|
| Gewährleistungsanspruch | Auftragnehmer | Entstehen für die vertraglich vereinbarte Leistung bzw. Eigenschaft bei und nach Übernahme |

unerhebliche Mängel, für die nicht Gewähr zu leisten ist. Unerhebliche Mängel sind solche, die vernunftmäßig beurteilt nicht als Nachteil empfunden werden.

Gerade bei Sichtbetonflächen, die oftmals ausschließlich durch die Subjektivität eines Betrachters beurteilt werden, ist hier der Übergang von unvermeidbarer Unregelmäßigkeit zum eigentlichen Mangel sicherlich als fließend bzw. als Graubereich anzusehen.

Seit dem Zeitpunkt des Vorliegens von normativen und richtliniengemäßen Grundlagen bzw. Vorschriften [3-4] ist dieser Graubereich entsprechend eingegrenzt worden. Vorweggenommen kann daher sicher durch die Herstellung einer Probestfläche dieser Graubereich nicht nur wirklich minimiert, sondern sogar gänzlich ausgeschaltet werden.

Der Vorteil der Einhaltung der genannten Regelwerke [3-4] bei Planung und Bauausführung schränkt zusätzlich den Begriff der

gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften

weitestgehend ein. Gewöhnlich vorausgesetzte Eigenschaften sind dadurch gekennzeichnet, dass diese keiner vertraglichen Vereinbarung bedürfen. Insbesondere bei Sichtbetonflächen mit architektonischen Anforderungen wären daher gewöhnlich vorausgesetzte Eigenschaften ein ausgesprochen sehr weit gespannter Begriff.



Abb. 1: Haufwerksporige Leichtbeton Struktur als architektonisches Motiv (Kirche der Pfarre Lainz-Speising/Wien)

3 Zum Erfüllungsanspruch und der Machbarkeit von Sichtbetonoberflächen

Nesterbildung, Schlieren, undichte Schalungsstöße mit ausgetretenem Zementleim sind offensichtliche Unzulänglichkeiten, deren Ursache baupraktisch hinlänglich bekannt sind. Diese Erscheinungsbilder werden daher im vorliegenden Beitrag nicht weiter behandelt. Wie hingegen Abb. 1 zeigt, können Nesterbildungen – immer als Verdichtungsmängel bezeichnet – sogar ein architektonisches Motiv darstellen.

Die gängige Fachliteratur beschreibt – wie bereits in Pkt. 1 angeführt – im Regelfall ausführlich Planung und die nachträgliche gutachterliche Einstufung von Mängeln, Mängelbeseitigung und Instandsetzung von Sichtbetonoberflächen [Beispiele siehe 5-7]. Die Zielsetzung aller an der Herstellung von architektonisch genutzten Sichtbetonflächen Beteiligten sollte sein, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit mit den gestalterischen Forderungen in Einklang zu bringen. Dies bedeutet zunächst, dass in den entsprechenden Leistungsverzeichnissen Wunschvorstellungen = Erfüllungsanspruch inkl. ihrer kryptischen Beschreibungen der Vergangenheit angehören sollten. Im Folgenden werden beispielsweise häufig auftauchende Formulierungen wiedergegeben:

- einheitlicher Grauton
- Porenfreiheit oder weitestgehende Porenfreiheit
- schalglatte Betonoberfläche

Die beiden zuerst angeführten Eigenschaften entsprechen weder den nun vorliegenden Regelwerken noch ist ihre Machbarkeit baupraktisch erfüllbar. Die letztgenannte Eigenschaft ist überhaupt nicht definierbar und gäbe daher einen weit gespannten Interpretationsspielraum.

Die aus der Erfahrung des Verfassers am häufigsten beanstandeten Mängel von Sichtbetonoberflächen mit architektonischen Anforderungen sind

- unterschiede im Grauton
- unzulässige Verfärbungen
- Porigkeit.



Abb. 2: Beispiel zur Klassifikation der Farbgleichheit Klasse F2 nach [3]

In Bezug auf die vorliegenden Vorschriften [3-4] sind die Bezeichnung „Grauton“ und sämtliche weitere Formulierungen oder sprachliche Ableitungen wie Grautönung, weitestgehender einheitlicher Grauton, keine bzw. nur geringe Unterschiede im Grauton nicht definiert. Es existiert ausschließlich der Begriff Farbgleichheit in den Klassen F1 und F2 (Beispiele siehe Abb. 2 und 3). Wobei bei Sichtbetonflächen mit architektonischen Anforderungen im Regelfall die Klasse F2 zur Ausführung gelangt (Abb. 3). Beide gegenwärtig in Österreich gültigen Regelwerke [3-4] beinhalten die genannten Klassen F1 und F2, es liegen aber offensichtlich noch redaktionell bedingt geringe textliche Nuancen vor; beide Regelwerke legen aber eindeutig Folgendes fest:

Abb. 3: Beispiel zur Klassifikation der Farbgleichheit nach [3] – Betonoberfläche bereits durch Witterungseinflüsse beaufschlagt. Farbgleichheit Klasse F2 (beurteilt ca. 6 Monate nach Fertigstellung)



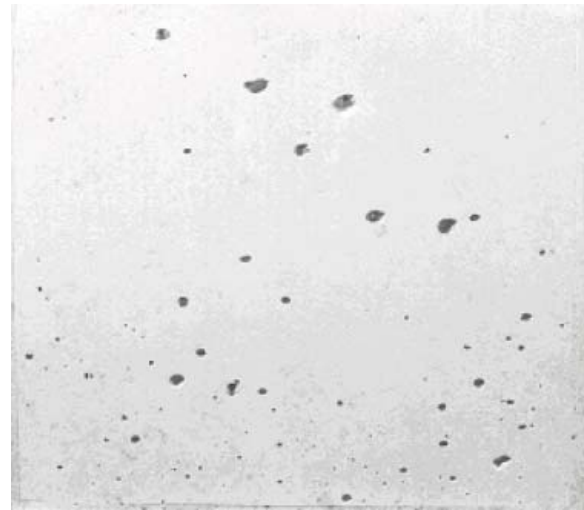
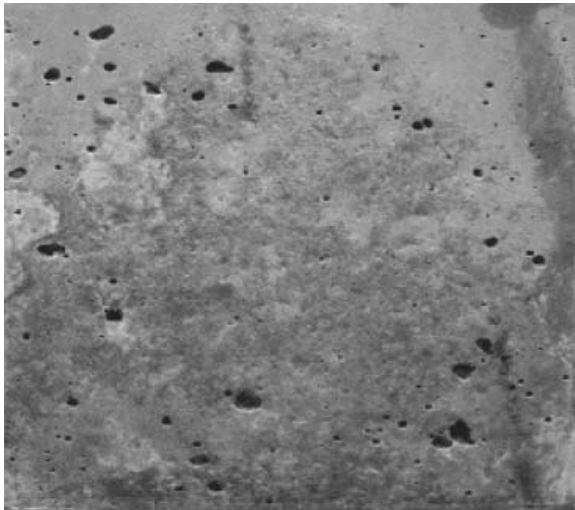


Abb. 4: Linke Betonoberfläche: entschalt nach ca. 16 h bei winterlichen Verhältnissen. Rechte Betonoberfläche: entschalt bei normalen Witterungsverhältnissen. (Gleiche Betonzusammensetzung/gleiche Schalhaut und Trennmittel)

ON B 2211 [3]

Bei Einhaltung dieser Vorschriften (gemeint sind jene nach [3]) und bei gewissenhafter Verarbeitung unvermeidbar entstehende Unterschiede des Farbtons sind zulässig.

Richtlinie des ÖVBB „Geschalte Betonoberfläche“ („Sichtbeton“) [4]

Entstehende Farbunterschiede sind trotz Einhaltung der Vorschriften und gewissenhafter Verarbeitung unvermeidbar.

Eine ähnliche Formulierung ist in [8] zu finden:

Farbtonunterschiede und Verfärbungen sind auch bei größter handwerklicher Sorgfalt und bei Einhaltung der Vorgaben (gemeint sind jene nach [8]) nicht gänzlich auszuschließen.

Der Farbton – baupraktisch eben sehr oft als Grauton bezeichnet – der Ansichtsfläche eines Betonbauteiles wird nach dem Entschalen des Betons durch die Zusammensetzung des Betons, seine Wechselwirkungen mit der Schalhaut, ggf. mit dem Trennmittel und den Witterungsbedingungen bestimmt. Der Farbton vergleichmäßig sich im Laufe der weiteren bzw. zunehmenden Erhärtung und Austrocknung. In dieser Phase können temporäre Verfärbungen an der Betonoberfläche auftreten (siehe [8] Anhang E).

Zusätzlich ist anzuführen, dass beide österreichischen Regelwerke [3-4] gegenwärtig über-

arbeitet und auf den neuesten Stand des Wissens gebracht werden. Die Definition der bzw. einer gewissenhaften Verarbeitung ist relativ einfach durch die Herstellung von Probeflächen (siehe Pkt. 3) definierbar. Somit können nachfolgende Differenzen, insbesondere jene über die gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften, sozusagen zum Wohle aller am Bauwerk Beteiligten vermieden werden.

Selbst bei relativ hohem Aufwand an fachgerechter Planung und Ausführung treten manchmal bei winterlichen Witterungsverhältnissen so genannte „Marmorierungen“ auf (siehe Abb. 4). Die Ursachen, die zu diesen Erscheinungsbild führen, sind bis heute nicht schlüssig erklärbar. In [9] sind die Gründe für die starken Farbunterschiede für den Praktiker nachvollziehbar dargestellt und erklärt. Die erforderlichen Maßnahmen, die zur zielsicheren Vermeidung dieser so genannten Marmorierungen bei winterlichen Baustellenbedingungen – außer diese zu vermeiden – sind leider bis heute noch nicht bekannt. Bezüglich des Erfahrungswissens liegt nur die Tatsache vor, dass bei den genannten Witterungsverhältnissen dieses Erscheinungsbild auftritt bzw. auftreten kann.

Ungefaste Kanten von Sichtbetonbauteilen sind nach [10] als „technisch nicht oder nicht zielsicher herstellbar“. Im Falle der Ausführung derartiger Kantenausbildungen bedeutet dies in

Tab. 2: Übersicht zur zulässigen Porigkeit [4]

| Porigkeit – Klasse | P | | 2P | | 3P | | 4P | |
|--|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|
| | % | cm ² | % | cm ² | % | cm ² | % | cm ² |
| Offene Poren > 1 bis < 15 mm Prüffläche 50 x 50 cm | ≤ 0,3 | 7,5 | ≤ 0,6 | ≤ 15 | ≤ 0,9 | ≤ 23 | ≤ 1,2 | ≤ 30 |

Tab. 3: Dokumentation von Probeflächen

| Zu dokumentierende Parameter | Dokumentieren durch |
|---|---------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Betonzusammensetzung - Frischbetondaten im TB-Werk inkl. Chargenprotokolle | Betonhersteller |
| Fahrtzeit des TB-Fahrzeuges | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Frischbetondaten bei Übergabe - Konsistenz während des Einbaues - gelieferte/verarbeitete Betonmenge | Baustelle |
| Lufttemperatur/relative Luftfeuchtigkeit an der Einbaustelle | |
| Art der Schalung | |
| Trennmittel | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Zeitpunkt und Temperatur beim Auftragen - Art des Auftrages - Auftragsmenge Rückstellprobe | |
| Hinweis: Zeitdifferenz zwischen Stell- und Schließschalung bei Wänden beachten | |
| Einbaumethode | |
| <ul style="list-style-type: none"> - verwendete Verdichtungsgeräte - verarbeitete Betonmenge/Steiggeschwindigkeit - Lage der erforderlichen Füllöffnungen - Anzahl der Lagen/Höhe der Lagen - freie Fallhöhe | |
| Hinweis zum Einbau mit Kübel/ Zeitaufwand Füllen-Kranspiel (Heben-Schwenken-Senken-Entleeren) | |
| Zeitpunkt des Entschalens | |
| Foto-Dokumentation | |
| Lufttemperatur/relative Luftfeuchtigkeit bis ca. 7 Tage nach Entschalen | |

erster Linie für die Bauausführung den entsprechenden Aufwand für den Kantenschutz während des Baubetriebes. Um hier Spekulationen aus dem Weg zu gehen, ist es angebracht, diese Schutzmaßnahmen in einer eigenen LV-Position zu berücksichtigen. Zusätzlich sollte eine derartige Ausführung bei der Erstellung der Probefläche bereits Berücksichtigung finden – wobei präventiv die unter Umständen zu erwartenden Instandsetzungsmaßnahmen mit einzubeziehen sind.

Einzubringender Beton enthält immer eingeschlossene Luft, die während des Verdichtens möglichst vollständig ausgetrieben werden soll. Bei Verwendung von SCC sollte dies durch die Entlüftung des Baustoffes weitestgehend selbst bewerkstelligt werden. Bei geeigneten Schalungen sind Poren mit den in [3] angeführten Grenzen hinsichtlich des Durchmessers und der zulässigen Porenfläche nicht einhaltbar. Es sollte bei Planung und Ausschreibung berücksichtigt werden, dass hier eine Forderung vorliegt, die baupraktisch zielsicher nicht erfüllbar ist.

Der Porenanteil einer Sichtbetonoberfläche ist das einzige Erscheinungsbild, das einigermaßen quantitativ beurteilbar gemäß Tabelle 2 erfasst werden kann (siehe [3-4]).

Die Porigkeit ist empfehlenerweise an der oder den Probeflächen zu ermitteln, gleichzeitig ist es sinnvoll, zulässige Abweichungen der Porigkeit für die Bauausführung festzulegen.

4 Zur Ausführung von Probeflächen

Eine Probefläche allein ist sicher besser als gar keine, diese ist aber trotzdem nur eine Momentaufnahme. Gerade eine Probefläche sollte nicht als „betonierter Vertrag“ angesehen werden, sondern es ist hier der Gesamteindruck der jeweiligen Fläche in Betracht zu ziehen. Sicherlich eine schwierige Vorgangsweise, da der Gesamteindruck – wie bereits erwähnt – von der subjektiven Beurteilung des jeweiligen Betrachters, dem Abstand vom Objekt und natürlich den Lichtverhältnissen abhängt. Daher ist anzustreben, bereits in der Planungsphase die Probefläche(n) und die „Grundlagen der Betrachtung“ unter den genannten Parametern festzulegen.

Bei der Herstellung von Sichtbetonoberflächen mit architektonischen Anforderungen sollten empfehlenerweise zeitlich versetzt immer mindestens zwei Probeflächen beispielsweise mit unterschiedlichen Einbaumethoden (Kübel oder Pumpe) und/oder zwei unterschiedlichen Betonzusammensetzungen vorgesehen werden.

Probeflächen sind nicht kurz vor Arbeitschluss gleichsam als lästiges Anhängsel herzustellen, sondern hier sind Mannschaft und Gerät gleich der zukünftigen Ausführung einzusetzen. Die Probefläche bzw. der Probebauteil hat unbedingt in Dicke und Bewehrungslage der zukünftigen Ausführung zu entsprechen. Mit der Herstellung allein ist es bei einer Probefläche nicht getan, eine wirklich detaillierte Dokumentation aller relevanten Parameter ist dazu unbedingt erforderlich. Die nachfolgende Tabelle 3 diene als ein diesbezüglicher Leitfaden.

5 Zusammenfassung

Die Herstellung von architektonisch anspruchsvollen Sichtbetonoberflächen an Baustellen ist unter dem Aspekt der handwerklichen Fertigkeit zu sehen. Diese sind trotz der entsprechenden Sorgfalt gewissen zulässigen Schwankungen unterworfen. Die Herstellung von Probeflächen inklusive der dazugehörigen Dokumentation kann

diese baupraktischen Schwankungen bereits im Vorfeld auf ein Mindestmaß einschränken.

Daher ist es eine unumgängliche Notwendigkeit, bereits in der Planungsphase Art und Umfang von Probe- bzw. Erprobungsflächen und den Maßstab für die Beurteilung derselben festzulegen. Mit dieser relativ einfachen Maßnahme sind spätere Differenzen zwischen der Bauausführung und dem Erfüllungsanspruch des Bauherrn vermeidbar.

Literatur

- [1] Kropik, A.: Der Bauvertrag und die ÖNORM B 2110. ON Institut, 1. Auflage 2002.
- [2] Oberndorfer, W.; Straube, M.: Kommentar zur ÖNORM B 2110. Wirtschaftsverlag, Wien, 3. Auflage 2003.
- [3] ON B 2211 Beton, Stahl- und Spannbetonarbeiten Werkvertragsnorm.
- [4] Richtlinie des ÖVBB „Geschalte Betonoberflächen“. Fassung 2002.
- [5] Schmidt-Morsbach, J.: Betonflächen – Mängelfibel. Bauverlag GmbH, Wiesbaden 1987.
- [6] Schulz, J.: Sichtbeton-Planung. Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage 2004.
- [7] Schulz, J.: Sichtbeton-Mängel. Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2. Auflage 2004.
- [8] Merkblatt DBV/BDZ Sichtbeton. Fassung 2004.
- [9] Tagungsband „Sichtbeton“. Fraunhofer IRB Verlag, 2006.
- [10] Bosold, D.: Scharfe Kanten bei Sichtbeton. Opus C 2007/2.