



TBT

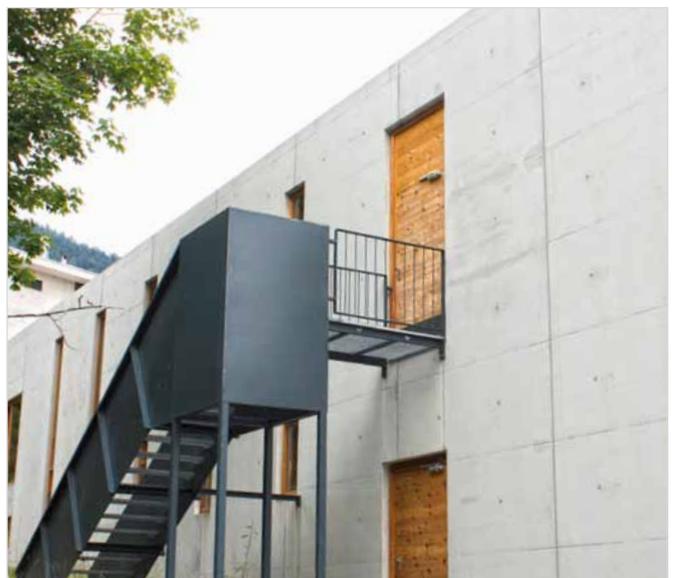
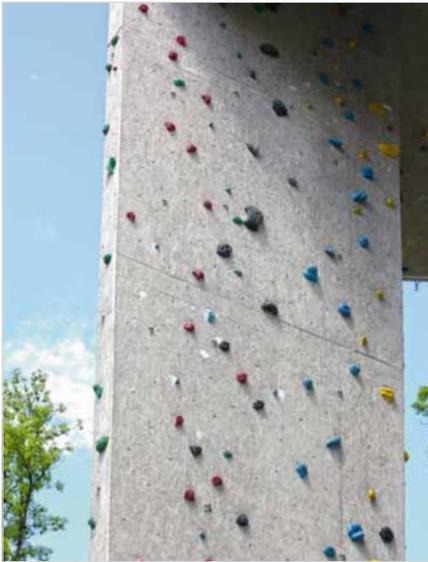
TRANSPORTBETON TRAUNSTEIN

FLEXIBEL | KOMPETENT | LEISTUNGSSTARK



Sichtbeton

mit Know-How und Erfahrung



Inhalt

1. Sichtbeton - Was ist das?.....	4
2. Betontechnologie zur Herstellung von Sichtbeton.....	6
3. Gestaltungsmöglichkeiten	7
3.1 Mögliche Betonoberflächen	7
3.2 Farbige Betonoberflächen	8
4. Vorbereitung.....	9
4.1 Schalung.....	9
4.2 Schalhaut.....	9
4.3. Trennmittel	10
5. Bauausführung.....	12
5.1. Pflege der Schalung	12
5.2. Ecken und Kanten – scharf oder gebrochen	12
5.3. Schalungsstöße	12
5.5. Betonierfugen – die Kunst der Fuge	12
5.5. Schalungsfuß – hier zeigen sich oft Entmischungen	12
5.6. Entmischungen vermeiden	13
5.7. Anforderung an die Schalung.....	13
5.8. Schalungsanker und Spannhülsen	13
5.9. Betoneinbau	13
5.10. Verdichtung.....	13
5.11. Entfernen der Schalung.....	14
5.12. Nachbehandlung	14
5.13. Schutz der Betonoberfläche.....	14



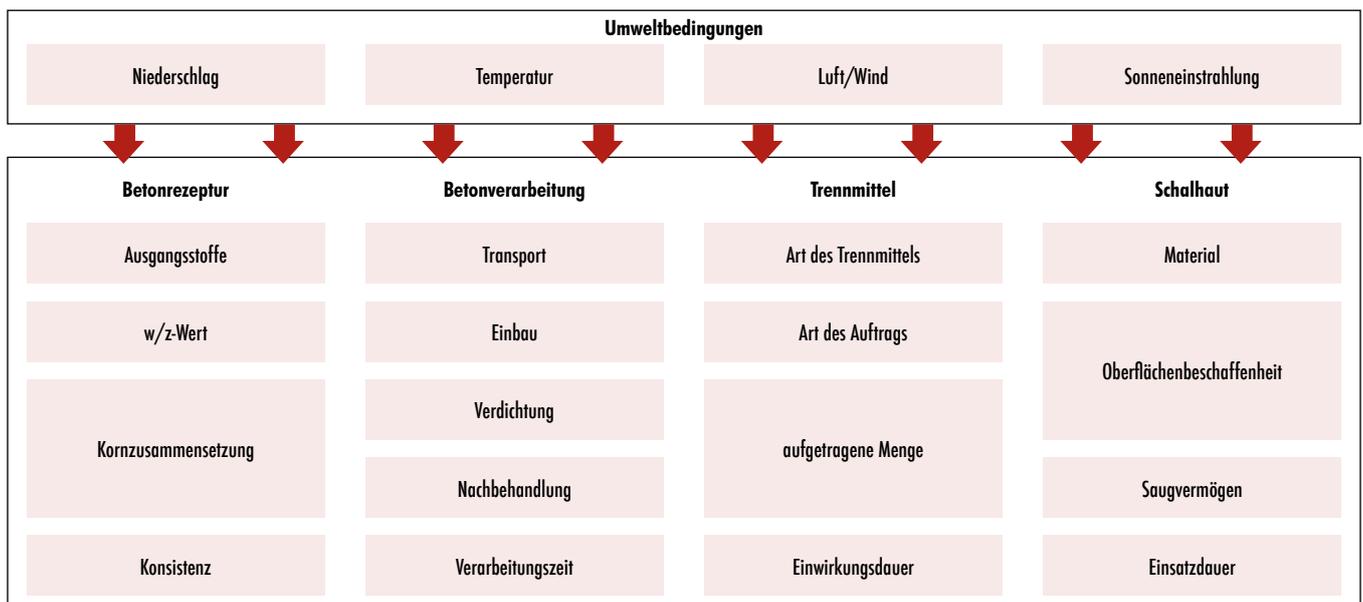
1. Sichtbeton - Was ist das?

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 der Sichtbetonflächen. Die Ansicht der Planer zu Sichtbetonflächen geht jedoch sehr weit auseinander. Was der eine als sehr gelungen einstuft, betrachtet der andere als Mangel. Daher ist besonders wichtig, dass die Vorgaben bei der Ausschreibung exakt definiert werden. Hierzu ist das »Merkblatt Sichtbeton« vom DBZ (Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.) und BDZ (Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.) eine unverzichtbare Hilfe. In diesem Merkblatt werden vier Sichtbetonklassen beschrieben, in die der Sichtbeton eingestuft wird: von SB 1 mit geringen gestalterischen Anforderungen bis zu SB 4 mit besonders hohen gestalterischen Anforderungen.

Das Merkblatt trägt auch zur Verständigung des Planers und der ausführenden Firma bei. Anhand der Vorgaben im Merkblatt Sichtbeton ist der Bauunternehmer in der Lage, die Vorstellungen des Planers zu erkennen. Die speziellen Anforderungen an die Sichtbetonoberfläche sowie an die Schalung, Textur, Ebenheit und Farbtongleichmäßigkeit sind im Merkblatt sehr genau beschrieben. Die Frage »Was ist Sichtbeton?« muss vor Baubeginn geklärt sein, um die Anforderungen aller Beteiligten genau zu definieren und somit ein eindeutiges, einheitliches Bild festzulegen.

Das Merkblatt Sichtbeton weist darauf hin, dass gewisse Mängel 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 das Merkblatt Sichtbeton zu beziehen.



Die Ausschreibung – Details für ein gutes Gelingen

Schon in der Ausschreibung ist auf die wesentlichen Details zu verweisen; so wird das Gelingen einer guten Sichtbetonfläche erhöht. Der Leitfaden für Sichtbeton beschreibt Maßnahmen, die unbedingt bereits in der Ausschreibung berücksichtigt werden müssen, da sie sonst wegen der anfallenden Mehrkosten nicht durchgeführt werden. Auszuschreiben sind zum Beispiel das Abdichten der Ecken, Kanten und Spannstellen, die richtige Fallhöhe, der Einsatz von Schüttröhren und die richtige Nachbehandlung. Den Ausschreibenden wird empfohlen, die in diesem Leitfaden enthaltenen Ratschläge und Tipps zu berücksichtigen. Für einen einwandfreien Sichtbeton muss die Qualität mit allen Mitteln gezielt gesteuert werden.

Einwirkungen und Einflüsse

Bestimmte Einflussfaktoren erschweren optimale Sichtbetonqualitäten, wie zum Beispiel klimatische Umweltbedingungen. Vorbereitende Maßnahmen, die die Unwägbarkeiten des Bauens »unter freiem Himmel« auf ein minimales

Restrisiko beschränken, sind ein wesentlicher Teil konzeptioneller Sichtbetonplanung. Um sehr gute Ergebnisse zu erzielen, ist es wichtig, alle beeinflussbaren Parameter genau zu betrachten und zu berücksichtigen. Mit einer sorgfältigen Vorbereitung und einer präzisen Ausführung der Sichtbetonarbeiten kann man somit eine hohe Qualität erreichen. Das beginnt bei der Betonrezeptur, der Wahl des geeigneten Trennmittels, der Schalhaut und der Verarbeitung.

Wetter und Jahreszeiten wirken sich aus

Am anspruchsvollsten ist die Herstellung der Sichtbetonklasse 4, die gleichzeitig auch sehr kostenintensiv ist. Eine gleichmäßige, gute Sichtbetonqualität ist über eine längere Bauphase, die über mehrere Jahreszeiten geht, nicht zielsicher durchführbar, da die Witterung – Sonne, Regen, Wind, Kälte usw. – einen sehr großen Einfluss auf die Qualität der Sichtbetonoberfläche hat. Betonoberflächen, die in der kalten und feuchten Jahreszeit hergestellt werden, sind in der Regel immer dunkler und fleckiger als Betone, die in den warmen, trockenen Monaten hergestellt werden.

Beschreibung von Sichtbeton

Zur Festlegung einer Sichtbetonfläche sind folgende Parameter genau zu beschreiben:

- Sichtbetonklasse
- Schalungs- und Schalhautsystem
- Oberflächentextur (Schalhaut/ Oberflächenausbildung)
- Ausbildung von Schalungsstößen
- Anker und Ankerlöcher (Lage, Ausbildung, Verschluss)
- Flächengliederung (Größe der Schalungselemente, Schalungstexturen, Fugenverlauf, Raster der Ankerlöcher usw.)
- Fugen (Lage, Verlauf, Breite und Ausbildung)
- Ausbildung der Kanten und Ecken (scharfkantig, gebrochen)
- Farbtongebung (Zement, Gesteinskörnung, Pigmente, Anstriche)
- Oberflächenausbildung nicht geschalter Teilflächen (Oberseiten, Brüstungen)

Sichtbetonklasse	Beispiel	Anforderung an geschalte Sichtbetonflächen nach Klassen bezüglich:						Weitere Anforderungen					
		Textur	Porigkeit		Farbtongleichmäßigkeit ¹		Ebenheit	Arbeits- u. Schalhautfugen	Erprobungsfläche	Schalhautklasse			
			s ¹	ns ²	s ¹	ns ²							
Anforderung an Sichtbeton	gering	SB1	Betonflächen mit geringen gestalterischen Anforderungen, z.B. Kellerwände oder Bereiche mit vorwiegend gewerblicher Nutzung		T1	P1	FT1	FT1	E1	AF1	freigestellt	SHK1	
	normal	SB2	Betonflächen mit normalen gestalterischen Anforderungen, z.B. Treppenhausräume; Stützwände		T2	P2	P1	FT2	FT2	E1	AF2	empfohlen	SHK2
	besonders	SB3	Betonflächen mit hohen gestalterischen Anforderungen, z.B. Fassaden im Hochbau		T2	P3	P2	FT2	FT2	E2	AF3	dringend empfohlen	SHK2
		SB4	Betonflächen mit besonders hoher gestalterischer Bedeutung, repräsentative Bauteile im Hochbau		T3	P4	P3	FT3	FT2	E3	AF4	erforderlich	SHK3

1) saugende Schalhaut 2) nicht saugende Schalhaut

2. Betontechnologie

Der geeignete Beton und die dazugehörige professionelle Betontechnologie sind entscheidende Faktoren, um die gewünschten Ergebnisse bei Sichtbetonflächen zu erzielen. Die Betontechnologen der Transportbeton Traunstein GmbH haben sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten umfangreiches Wissen, spezielles Know-How und große Erfahrung bei der Herstellung von Sichtbeton angeeignet.

Die TBT bietet eine umfassende betontechnologische Betreuung im Bereich Sichtbeton, die unter anderem folgende Punkte umfasst:

- Technische Beratung und Detailplanung in der Planungs- und Ausschreibungsphase
- Beratung bei der Erstellung von Ausschreibungstexten
- Ermittlung der geforderten Expositionsklassen ggf. nach Rücksprache mit einem Statiker
- Entwicklung der geeigneten Sichtbetonrezeptur mit Auswahl der Ausgangsstoffe (Zement, Zusatzstoffe, Gesteinskörnung, Betonchemie etc.)
- Erstellung eines Betonierkonzeptes

- Steuerung der Betontemperatur (ggf. Kühlung oder Erwärmung des Betons)
- Ständige Kontrolle der Frischbetoneigenschaften (Konsistenz, Temperatur, w/z-Wert, Rohdichten)
- Betonüberwachung und Qualitätssicherung im Betonwerk und auf der Baustelle
- Entwicklung eines Betonnachbehandlungskonzeptes

Die komplette Ablaufplanung der Betonagen unter Einbeziehung oben genannter Punkte sollte in der Planungsphase des jeweiligen Projektes besprochen und in einem Betonierkonzept festgelegt werden.

Allgemein gilt: Sichtbeton der TBT ist so konzipiert, dass sich der Beton beim Einbau nicht entmischt und kein Wasser absondert (blutet). Eventuell anfallendes Blutwasser wird beim Verdichten an der Schalhaut nach oben mitgeschleppt und hinterlässt an der Sichtbetonoberfläche Wasserschlieren bzw. Wasserläufer. Bei der Herstellung des Sichtbetons achten wir auf den richtigen Zementgehalt, einen aus-

reichenden Mehlkorngelalt und einen gleichbleibenden Wasserzementwert unter 0,55. Die Konsistenz, das Fließverhalten und das Größtkorn des Betons müssen dem Einbauverfahren und der Bauteilgeometrie angepasst sein. Das Größtkorn wird entsprechend der Wandstärke und dem Abstand der Bewehrungsstäbe gewählt. Sichtbeton der TBT wird mit einer entsprechend speziellen Sieblinie hergestellt.

Sichtbeton der Transportbeton Traunstein GmbH wird in gleichbleibender Konsistenz und Zusammensetzung angeliefert und muss von der Einbaufirma ohne längere Betonierpausen verarbeitet werden. Die Konsistenz der TBT-Sichtbetone liegt in den Konsistenzklassen F5 oder F6. Der günstige Temperaturbereich des Sichtbetons von 15 bis 25 °C wird auf Wunsch von uns sichergestellt. Die Gleichmäßigkeit der gewünschten Frischbetoneigenschaften wird durch unsere Betontechnologen im Betonwerk und auf der Baustelle überprüft und gewährleistet.

Die Betontechnologen und Experten der Transportbeton Traunstein GmbH freuen sich über jede Beratungsleistung, die sie für Bauherren, Architekten, Ingenieurbüros und Baufirmen erbringen können.



3. Gestaltungsmöglichkeiten

3.1 Mögliche Betonoberflächen

Die Schalhaut als Gestaltungsmerkmal

Die Struktur der Schalhaut und die Anordnung der Ankerlöcher prägen die Sichtbetonfläche. Die Betonfläche ist letztlich das Spiegelbild der Schalung und übernimmt sämtliche Formen und Abdrücke sowie entsprechend auch Fehlstellen, Kratzer und Nagellöcher. Man unterscheidet zwischen saugender und nicht saugender Schalhaut:

- Saugende Schalhaut (sägeraue, gehobelte oder leicht saugende Brettschalung)
- Nicht saugende Schalhaut (glatte Brettschalung, Kunststoffschalung)

Die glatte Schalhaut kann je nach Material aus Holz, Kunststoff oder Metall bestehen. Durch die nicht saugende Schalhautoberfläche ist eine Poren-, Lunker- und Wolkenbildung nicht auszuschließen. Durch das Einlegen von Matrizen (Kautschuk- oder Gummieinlagen) kann jede gewünschte Betonoberfläche hergestellt werden. Die Betonoberfläche wird durch die Matrizen relativ gleichmäßig im Farbton. Lunker, Poren und Marmorierungen treten hier deutlich weniger auf und sind kaum sichtbar. Bei der Brettschalung ist das Saugverhalten der Schalhaut entscheidend, je nach Bearbeitung der Schalungsoberfläche ergibt sich eine andere Betonoberfläche. Hier unterscheidet man zwischen stark, mäßig und nicht saugender Schalhaut.

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 Abtragstiefe etwas rau.

Hochdruckwasserstrahlen

Das Bearbeiten der abge bundenen Betonoberfläche mit einem Wasserstrahl erfolgt wie das Feinwaschen, ohne Verzögerungspaste. Je nach Intensivität der Wasserstrahlbehandlung entstehen unterschiedlich raue Oberflächen.

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 3000 °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.

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.

3.2 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 Farbklassen eingefärbt 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. Andererseits lassen sich mit üblichen Grauzementen dunklere Betone leichter einfärben. Die Farbstärke ist abhängig von der

Dosierung. Die Farbe kann als Pulver oder als Flüssigfarbe zugegeben werden.

Zu beachten bei der Herstellung:

- bei Einsatz von Weißzement, Zementsilo sowie Zwangs- und Fahrmischer vor Produktion reinigen
- bei trockener, warmer Witterung betonieren
- oberflächliches Austrocknen gewährleisten und ggf. hydrophobieren
- Niederschlagswasser vermeiden
- Musterprobekörper und Musterbauteile sind herzustellen, um den Farb- und optischen Gesamteindruck zu beurteilen
- auf möglichst gleiche 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.



4. Vorbereitung

4.1 Schalung

Rahmenschalung

Rahmenschalungen bestehen aus einem Stahlrahmen mit eingelegten Holz- oder Kunststoffplatten. Bei der Rahmenschalung sind die Plattengrößen und die Ankerlöcher für die Spannschrauben vorgegeben. Der Rahmenabdruck und eingefügte Passstücke bleiben in der Sichtbetonfläche deutlich sichtbar. Das Aufstellen einer Rahmenschalung erfolgt relativ einfach und schnell. Dadurch ergeben sich kurze Schalzeiten und eine entsprechend hohe Einsatzhäufigkeit einer Rahmenschalung.

Trägerschalung

Trägerschalungen bestehen aus Holz- oder Metallträgern, die mit unterschiedlichsten Arten von Schalungselementen in verschiedenen Abmessungen belegt werden können. Trägerschalungen erlauben eine freie Wahl der Schalhaut, der Plattengröße und der Ankerlöcher und hinterlassen lediglich einen feinen Schalungsstoß. Die Trägerschalung ist relativ aufwendig zu erstellen. Eine Versiegelung der Schnittkanten von Schalungselementen verhindert das Quellen der Kanten und somit die Bildung von Ripplings (vgl. Kapitel 4, Schalung).

Aufgedoppelte Rahmenschalung

Wird die Rahmenschalung zusätzlich mit einer Schalung belegt, können Plattengröße und Schalungstyp sowie die Spannstellen ebenfalls frei gewählt werden. Die aufgedoppelte Rahmenschalung ist allerdings sehr aufwendig zu erstellen. Die doppelte Belegung der Schalung kann zu unterschiedlichen Schwingungen der Schalung und damit zu Farbunterschieden und Marmorierungen führen.

4.2 Schalhaut

Es gibt zahlreiche Schalungsarten. Ihre Besonderheiten werden im Folgenden erläutert und mit praktischen Verarbeitungshinweisen ergänzt.

4.2.1 Saugende Schalung

Bei saugenden Schalungen ist die Betonoberfläche tendenziell dunkler und weist weniger Poren auf als bei nicht saugender Schalung. Je nach Textur fallen Poren, Lunken und Farbunterschiede weniger deutlich auf. Das Saugverhalten nimmt mit jedem Einsatz ab, so dass die Oberflächen von Mal zu Mal heller werden. Saugende Schalung ist vorzunässen, wobei ihr Quell- und Schwindverhalten zu berücksichtigen ist. Eine saugende Schalung weist folgende Eigenschaften auf:

- Entzug von Wasser und Luft an der Betonoberfläche
- wenig Poren
- gleichmäßige Farbgebung
- dunklere Betonfarbe
- einfache Herstellung von Sichtbetonflächen

Vorbehandlung

Bei saugenden Schalungen, dazu gehört vor allem die sägeraue Brettschalung, sind als Trennmittel Öl-in-Wasser-Emulsionen empfehlenswert, sofern der Verarbeiter darauf achtet, ungebrauchte Bretter vor dem ersten Einsatz gegen Holzzucker zu neutralisieren. Das heißt, die Bretter werden künstlich gealtert (Behandlung durch Zementleim). In jedem Fall bewährt sich vor dem ersten Einsatz ein Einstreichen der Schalung mit Zementschlämme, die nach dem Abtrocknen wieder entfernt wird. Eine Wiederholung dieses Vorgangs ist oft empfehlenswert.

Das geeignete Trennmittel ist mit Vorversuchen zu ermitteln, da jeder Schalungstyp in Verbindung mit Beton und Trennmittel anders reagiert.

Wichtig bei saugender Schalung

- wird nach mehreren Einsätzen heller
 - sehr starkes Saugvermögen
 - unterschiedliches Saugverhalten der Äste
 - Holzzucker verhindert teilweise die Betonhärtung
 - Absandungen und Abplatzungen an Betonoberflächen
 - Holzfasern können am Beton zurückbleiben
 - Vorbehandlung der Schalung notwendig
- Saugende Schalungsbretter hinterlassen je nach Alter oder Einsatzhäufigkeit deutliche Farbunterschiede. So ist es ratsam, gebrauchte und ungebrauchte Bretter nicht zusammen in einer Schalung zu verwenden.

4.2.2 Nicht saugende Schalung

Nicht saugende Schalungen erzeugen hellere Betonoberflächen. Poren, Lunken, Farbunterschiede, Marmorierungen und Wolkenbildungen zeichnen sich jedoch stärker ab. Sie weisen folgende Eigenschaften auf:

- nahezu glatte Betonoberflächen
- einheitlich gleichmäßige Wände
- helle Betonoberflächen

Wichtig bei nicht saugender Schalung

- Gefahr von Marmorierungen
- Gefahr von Porenbildung
- Farbunterschiede nicht vermeidbar
- Betonierfehler sichtbar
- einheitliche Sichtbetonflächen schwierig herstellbar
- Schalung verlangt sehr sorgfältigen Umgang

Ripplings – Wellenbildung an der Schalhaut

Schnittkanten an Schaltafeln müssen versiegelt werden, da die Schaltafeln sonst aufquellen und dadurch an der Schalhaut-Wellungen – sogenannte Ripplings – entstehen. Diese Wellungen treten als Abbild an der Sichtbetonfläche auf. Bei unversiegelten Schnittkanten treten Ripplings sehr häufig auf.

4.3. Trennmittel

Trennmittel dienen folgenden Zwecken:

- optimales Lösen der Schalung vom Beton
- einwandfreie Abformung der Schalhautoberfläche
- Konservierung und Schonung des Schalmaterials
- Verhindern von Fleckenbildung und Marmorierungen
- Vermeiden von Absandungen und Kalkausblühungen
- Begünstigung des Aufsteigens von 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 das Trennmittel so gering wie möglich aufgetragen wird und das überschüssige Trennmittel mit einem Gummischaber abgezogen oder noch besser mit einem Lappen nachgerieben wird. Wird das Trennmittel mit der Düse 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

zeigen deutliche Verfärbungen in braun-gelben Tönen und eine sehr starke Porenansammlung oder Abmehlung der Oberfläche. Läuft überschüssiges Trennmittel an der Schalung herunter, ist dies an der Betonoberfläche deutlich sichtbar. Bei richtigem Trennmittelauftrag und Nachreiben mit einem Lappen entsteht an der Betonoberfläche ein relativ porenarmes Bild.

Wandschalung

Beim Stellen der ersten Schalwand (Stellwand) ist das aufgebraute Trennmittel der Witterung ausgesetzt, bis die zweite Wand (Schließwand) nach dem Einbringen der Armierung aufgestellt wird. Da sich die eingölte Schalhaut durch Sonneneinstrahlung oder Regen verändert, weist die Schließwand, die in der Regel unmittelbar vor dem Aufstellen mit Trennmittel beaufschlagt wird, ein ganz anderes Verhalten auf. Es ist daher von Vorteil, beide Wände gleichzeitig einzuölen. Auch muss beachtet werden, dass die Einwirkzeit der Trennmittel je nach Typ unterschiedlich ist.

	Art bzw. Eigenschaften der Schalhaut	Merkmale der Betonoberfläche	Auswirkungen
saugend	1 Bretter, sägerau	raue Brettstruktur (hohes Saugvermögen), dunkel	einzelne Holzfasern in der Betonoberfläche, Absanden unter Holzzuckereinfluss, wenige Poren
	2 Bretter, gehobelt	glatte Brettstruktur (geringes Saugvermögen), deutlich heller als 1	Absanden unter Holzzuckereinfluss, stärkere Porenbildung als bei 1
	3 Spanplatten, unbeschichtet	leicht rau, dunkel	starke Farbunterschiede (fleckig), wenige Poren
	4 Drainvlies/Faservlies	Siebdruckstruktur, dunkler als 3	Gefahr der Faltenbildung, fast keine Poren
schwach saugend	5 Dreischichtplatten oberflächenvergütet, Holzstruktur, die sich durch Strahlen verstärkt	bei den ersten Einsätzen dunkel, bei weiteren Einsätzen heller	Poren (gehen mit zunehmender Einsatzhäufigkeit zurück)
	6 Schalrohre aus Pappe	glatt, hell	kein Trennmittel erforderlich, nur für Stützen geeignet, sehr wenige Poren
nicht bzw. sehr schwach saugend	7 Schaltafeln, oberflächenbehandelt glatt oder nicht glatt	glatt, hell	Farbtonunterschiede, Wolkenbildung, Marmorierung, verstärkte Porenbildung
	8 Finnenplatten, kunstharzbeschichtet	Siebdruckrasterstruktur, etwas dunkler als 7	weniger ausgeprägte Auswirkungen als bei 7
	9 Stahlblech	glatt, hell	wie 7, unter Umständen Rostflecken
	10 Matrizen, filmbeschichtet	je nach Matrizie glatt bis stark strukturiert, hell	starker Einfluss von Undichtigkeiten an Fugen, verstärkte Porenbildung
	11 Schalrohre aus Metall oder Kunststoff	glatt, hell	glatt wie 7, verstärkte Marmorierung



Kriterium	Schalhautklasse 1 (SHK 1)	Schalhautklasse 2 (SHK 2)	Schalhautklasse 3 (SHK 3)
Bohrlöcher	mit Kunststoffstößel zu verschließen	als Reparaturstellen zulässig ¹	nicht zulässig
Nagel- und Schraublöcher	zulässig	ohne Absplitterungen zulässig	als Reparaturstellen ¹ in Abstimmung mit dem Auftraggeber zulässig
Beschädigung der Schalhaut durch Innenrüttler	zulässig	nicht zulässig ²	nicht zulässig
Kratzer	zulässig	als Reparaturstellen ¹ zulässig	Reparaturstellen ¹ in Abstimmung mit dem Auftraggeber zulässig
Betonreste	in Vertiefungen (Nagellöcher, Kratzer usw.) zulässig, keine flächigen Anhaftungen	nicht zulässig	nicht zulässig
Zementschleier	zulässig	zulässig	in Abstimmung mit dem Auftraggeber zulässig
Aufquellen der Schalhaut im Schraub- bzw. Nagelbereich (»ripplings«)	zulässig	nicht zulässig ²	nicht zulässig
Reparaturstellen ¹	zulässig	zulässig	in Abstimmung mit dem Auftraggeber zulässig

¹ Reparaturen an der Schalhaut sind sach- und fachgerecht durch qualifiziertes Personal vorzunehmen und vor jedem Einsatz auf ihren definierten Zustand hin zu überprüfen.

² Nach Absprache mit dem Auftraggeber ggf. zulässig.

5. Bauausführung

5.1. Pflege der Schalung

Die Schalung immer sorgfältig reinigen, anschließend mit Trennmittel beaufschlagen und schützen. Die Schalung ist das Spiegelbild der Sichtbetonoberfläche, weshalb ein sorgsamer Umgang mit ihr wichtig ist. Jeder Kratzer, jede Fehlstelle oder Verschmutzung und jedes Schraubloch zeichnet sich nachher spiegelbildlich an der Betonoberfläche ab.

5.2. Ecken und Kanten – scharf oder gebrochen

Bei den Kanten besteht die Wahl zwischen scharfkantigen und gebrochenen Kanten. Scharfkantige Ecken sind schwieriger herzustellen und zum Teil in öffentlichen Gebäuden aus Sicherheitsgründen verboten. Gebrochene Kanten lassen sich durch das Einlegen von Dreikantleisten relativ einfach herstellen. Wichtig sind in jedem Fall eine sorgfältige Ausführung der Schalarbeiten und das Abdichten der Schalfugen. Beim Einsatz von Dreikantleisten ist es wichtig, dass diese sauber in der Ecke platziert und gut befestigt werden. Werden scharfkantige Ecken ausgewählt, müssen die Schalungsstöße abgedichtet werden, damit kein Zementleim am Stoß auslaufen kann. Hier empfiehlt sich die Einlage eines Abdichtungsbandes, das die Fuge auch dann sauber abdichtet, wenn sich die Schalung beim Einfüllen und Verdichten leicht öffnet. Der Baufachhandel bietet hierfür eine komprimierbare, geschlossenzellige Fugeneinlage (Moosgummi) an, die die Bewegungen der Schalung mitmacht. Dasselbe gilt gleichermaßen für Einbauteile, um diese sauber und scharfkantig auszuführen.

Schalungsecken können auch mit Silikon abgedichtet werden. Allerdings sind die Ecken dann nicht scharfkantig, sondern weisen in der Regel eine kleine Rundung auf. Das unterschiedliche Abbindeverhalten des Betons im Bereich von Schalung und Silikon führt zu einem Farbunterschied an der Betonoberfläche. Üblicherweise wird die Betonoberfläche in Berührung mit Silikon deutlich dunkler, so dass die Ecken als dunkle, leicht runde Kanten erscheinen. Bei Wandschalungen ist das Aufbringen von Silikon beim Stellen der zweiten Schalungsseite nicht möglich, da der Eckbereich nicht mehr zugänglich ist. Beim Einsatz von Moosgummi treten diese Probleme nicht auf.

5.3. Schalungsstöße

Werden Schaltafeln gegeneinander gestoßen, ist dafür zu sorgen, dass die Fuge sauber geschlossen ausgeführt wird. Im Bedarfsfall empfiehlt sich auch hier ein Dichtungsband (Moosgummi), das die Fuge dicht schließt und den Zementleim am Auslaufen hindert. So entstehen schöne, kaum sichtbare Schalungsstöße.

5.4. Betonierfugen – die Kunst der Fuge

Wird eine Sichtbetonwand in mehreren Etappen betoniert, sei es in der Höhe oder in der Breite, entstehen Betonierfugen. Diese Ansatzfugen sind in den meisten Fällen sichtbar. Oft entstehen sogar leichte Absätze von mehreren Millimetern. Sowohl Arbeits- als auch Scheinfugen können besonders gestaltet werden. Durch das Einlegen von Trapez- oder Dreikantleisten lassen sie sich verbergen, indem die Schattenswirkung der eingelegten Leiste den Absatz unsichtbar macht. Auch leichte Farbunterschiede

der Betonagen lassen sich so optisch ausgleichen. Beim Einlegen von Leisten muss aber weiterhin auf die ausreichende Betondeckung geachtet werden.

5.5. Schalungsfuß – hier zeigen sich oft Entmischungen

Beim Betonieren einer Wand zeigen sich oft Entmischungen an der Schalungsunterseite, also am Schalungsfuß. Diese entstehen zum einen durch Entmischungen des Betons, wenn er ohne Schlauch oder Schüttrohr über die gesamte Schalungshöhe frei fallend eingefüllt wird. Dabei entmischt sich der Beton, indem der Zementleim und die feine Körnung an der Schalung beziehungsweise an der Armierung hängen bleiben und fast nur das Grobkorn an den Schalungsfuß gelangt. Auch beim Verdichten reicht die Zementleimmenge in vielen Fällen nicht aus, um die Kieskörner sauber zu umhüllen. Es entstehen typische Kiesnester an der Wandunterseite. Zum anderen steht die Schalung meist nicht sauber auf einer ebenen Unterlage, so dass durch Lücken an der Unterseite Zementleim austreten kann. Durch das Verdichten wird der Zementleim zusätzlich ausgetrieben, wodurch auch in diesem Fall Kiesnester die Folge sind. Diese Entmischungen können vermieden werden, indem der Schalungsfuß entweder mit einem Dichtungsschlauch, der unter die stehende Schalung gelegt wird, oder durch das Ausschäumen der Fugen abgedichtet wird. Es ist wichtig, den Beton nicht über die gesamte Schalungshöhe einzufüllen, sondern mit Schläuchen oder Rohren in die Schalung einzubringen. So wird die Fallhöhe so gering wie möglich gehalten. Oft ist eine Anschlussmischung mit kleinerem Größtkorn am Schalungsfuß sehr hilfreich. Beim Betonieren mit

der Betonpumpe ist es wichtig, die Anpumpmischung nicht in die Schalung zu pumpen, sondern neben dem Bauteil so lange anzupumpen, bis der Beton gleichmäßig austritt.

5.6. Entmischungen vermeiden

- Abdichten des Schalungsfußes mit Dichtungsschlauch
- Ausschäumen der Fuge
- Fallhöhe des Betons reduzieren
- Beton mit Schläuchen oder Rohren in die Schalung einbringen
- Anschlussmischung

5.7. Anforderung an die Schalung

Die Schalung ist sicher und standfest aufzustellen, überall (Seiten, unten, Ecken, Kanten, Stöße, Anschlüsse sowie Spannanker) abdichten, sorgfältig zu spannen, zu sichern und auszurichten.

5.8. Schalungsanker und Spannhülsen

Auf sauberes Abdichten ist auch bei Schalungsankern zu achten. Beim Betonieren einer gespannten Schalung wirken Frischbetondruck und punktuell jener der Verdichtungsleistung sehr stark auf die Schalung, wodurch diese etwas auseinandergedrückt wird. Dadurch können kleine Spalten zwischen Spannhülse und Schalung entstehen, an denen Zementleim austreten kann. Deshalb wird auch hier das Einlegen von Moosgummi empfohlen. Im Handel werden Konen mit Abdichtung angeboten. Eine Abdichtung kann auch mit separaten Abdichtungsgummis erzielt werden. Es gibt geeignete Aufsätze in unterschiedlichen Abmessungen.

Dadurch können die Spannstellen sauber und scharfkantig ausgeführt werden. Es lohnt sich in jedem Fall, diese Dichtungsmaßnahmen durchzuführen, der Gesamteindruck der Sichtbetonfläche verbessert sich dadurch deutlich.

5.9. Betoneinbau

Wände

Beim Betonieren einer Sichtbetonwand ist der Beton mit Einfüllrohren bis zum Fuß der Schalung zu führen, damit er sich nicht entmischt. Beim freien Fall wirkt die Bewehrung wie ein Sieb. Der Beton entmischt sich, das feine Material bleibt an der Bewehrung und/oder Schalung hängen, das grobe Material fällt nach unten. Außerdem besteht die Gefahr, dass das feine Material beim Herabfallen an der Schalung hängen bleibt, antrocknet und sich später an der Betonoberfläche als Mangel abzeichnet. Gegebenenfalls ist eine Anschlussmischung mit kleinerem Größtkorn und einer Schüttlage von 20 bis 30 cm im unteren Wandbereich zu wählen. Der Beton ist mit einer Schütthöhe von rund 50 cm lagenweise zu schütten und vollständig zu verdichten. Beim Einbau mit der Betonpumpe ist erst solange neben dem Bauteil anzupumpen, bis der Beton gleichmäßig aus der Leitung tritt.

Der Betoneinbau kann mit Pumpe oder Kübel erfolgen.

Wichtig sind folgende Punkte:

- der Beton darf sich nicht entmischen
- der Beton darf weder bluten noch Wasser absondern
- Verarbeitungszeit < 90 Minuten
- keine längeren Betonierpausen einlegen,

weil dies Schüttlagen oder Wasserläufer begünstigen kann

- saugende Schalung vornässen
- das Vorheizen der Schalung im Winter ergibt schönere Sichtflächen und weniger Marmorierungen
- richtiger Trennmittelauftrag
- Fallhöhen berücksichtigen, über 1 m Fallrohre benutzen
- bei Bedarf Anschlussmischung benutzen

Wenn alle Vorgaben beachtet werden, ist das Gelingen einer Sichtbetonwand relativ gesichert.

5.10. Verdichtung

Die Frischbetonverdichtung ist ausschlaggebend für die Qualität des Betons – Dauerhaftigkeit, Dichtigkeit und die Qualität der Betonoberfläche werden durch die Verdichtung maßgeblich bestimmt. Die durch die Verdichtungsenergie ausgelösten Schwingungen verflüssigen den Beton, so dass alle Hohlräume geschlossen werden und die Luft aus dem Beton entweicht. Bei sachgerechter Verdichtung bleiben kaum noch Poren und Lunker an der Betonoberfläche sichtbar.

Zu starke und intensive Verdichtung kann jedoch zur Entmischung des Betons führen, was sich in deutlichen Farbunterschieden und Marmorierungen niederschlägt. Daher muss vermieden werden, dass die Rüttelflasche immer wieder bis zum Schalungsfuß eingetaucht wird, da der Beton im unteren Bereich sonst zu stark verdichtet wird. Diese unterste Schicht hat ohnehin schon eine höhere Auflast durch die auf ihr ruhende Betonmasse. Auch die Schwingung der Schalung ist im unteren Bereich anders als oben.

Dadurch kommt es zu einer anderen Verteilung der Feinstteile und einer für Entmischungen besonders anfälligen Situation.

Beim Verdichten mit dem Innenrüttler ist die Rüttelflasche schnell in den Beton einzutauchen und langsam wieder herauszuziehen. So kann die Luft nach oben entweichen.

5.11. Entfernen der Schalung

Ein langes Verweilen in der Schalung wirkt sich grundsätzlich positiv auf den Beton aus, weil er geschützt und genügend feucht bleibt, so dass er komplett durchhydratisieren kann, bevor er entschalt und nachbehandelt wird.

Bei Sichtbeton zeigt sich hingegen, dass die Oberfläche gleichmäßiger und heller wird, wenn er früh entschalt wird. Daher ist es wichtig, dass Sichtbeton früh entschalt und dann aber richtig nachbehandelt wird, damit die Betonoberfläche nicht austrocknet.

Die Schalung ist möglichst immer nach der gleichen Verweilzeit zu entfernen. Wird täglich betoniert und auch täglich wieder entschalt, muss dies auch am Wochenende beachtet werden. Wird am Freitag noch betoniert und bleibt die Schalung bis Montag stehen, wird es Farbunterschiede an der Betonoberfläche geben, da die Wand deutlich länger durch die Schalung nachbehandelt wurde.

Auch die Spansschrauben sind alle zur etwa selben Zeit zu lösen. Werden nur die oberen Schrauben gelöst, trocknet in diesem Bereich die Betonoberfläche ab und wird dadurch heller als die Betonfläche, die länger in der gespannten Schalung verbleibt.

Beim Entschalen ist besonders bei Ecken und Kanten Vorsicht geboten, damit es keine Kantenabrisse gibt. Auch darf nicht zu früh entschalt werden, weil sonst möglicherweise die Betonhaut abgerissen wird. Dies ist der Fall, wenn der Beton die erforderliche Festigkeit noch nicht erreicht hat, aber auch bei der Verwendung eines falschen Trennmittels oder bei einer Störung der Festigkeitsentwicklung.

Wenn der Beton deutlich zu lange in der Schalung verbleibt, bilden sich möglicherweise Rost, starke Flecken und Farbunterschiede, insbesondere bei feuchter und kalter Witterung.

5.12. Nachbehandlung

Nachbehandlung mit Folie

Bei Sichtbeton wird die Betonoberfläche umso besser, je kürzer der Beton in der Schalung liegt. Die Nachbehandlungsdauer nach Norm DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 ist aber auch bei Sichtbeton einzuhalten. Das frühe Entschalen ist daher bei der Nachbehandlung zu kompensieren. Dabei ist es wichtig, dass die frische Betonfläche nicht direkt mit Wasser in Berührung kommt, da dies zu Ausblühungen führen kann. Feuchtigkeit nach dem Ausschalen ist zu vermeiden, an Regentagen ist es nicht ratsam, zu entschalen. Am besten wird die Betonfläche nach dem Entfernen der Schalung mit einer Folie geschützt.

Ein direkter Kontakt der Folie mit dem jungen Beton ist grundsätzlich zu vermeiden. Kommt die Folie mit dem Beton in Berührung, führt dies zu dunklen Verfärbungen an der Betonoberfläche. Bei Kontakt mit der Folie wird die Betonoberfläche intensiver nachbehandelt, dadurch kommt es zu dunklen

Verfärbungen an den Stellen, an denen der Beton dichter und besser durchhydratisiert ist. Solche dunklen Flecken sind kein qualitativer, sondern lediglich ein optischer Mangel. Kühle Außentemperaturen verstärken diesen Effekt wesentlich. Um die Sichtbetonwand bei der Foliennachbehandlung vor Berührungen zu schützen, muss eine Hilfskonstruktion gebaut und zum Beispiel an den Spannstellen befestigt werden. Mit Abstandshaltern ist dafür zu sorgen, dass die Folie gespannt bleibt. Es ist darauf zu achten, dass auch Abstandshalter nicht in direktem Kontakt mit dem Beton sind, weil auch sie Farbunterschiede auf der Fläche hervorrufen – dies gilt auch für Ecken und Kanten. Nur so kann eine gleichmäßige Betonoberfläche erzielt werden.

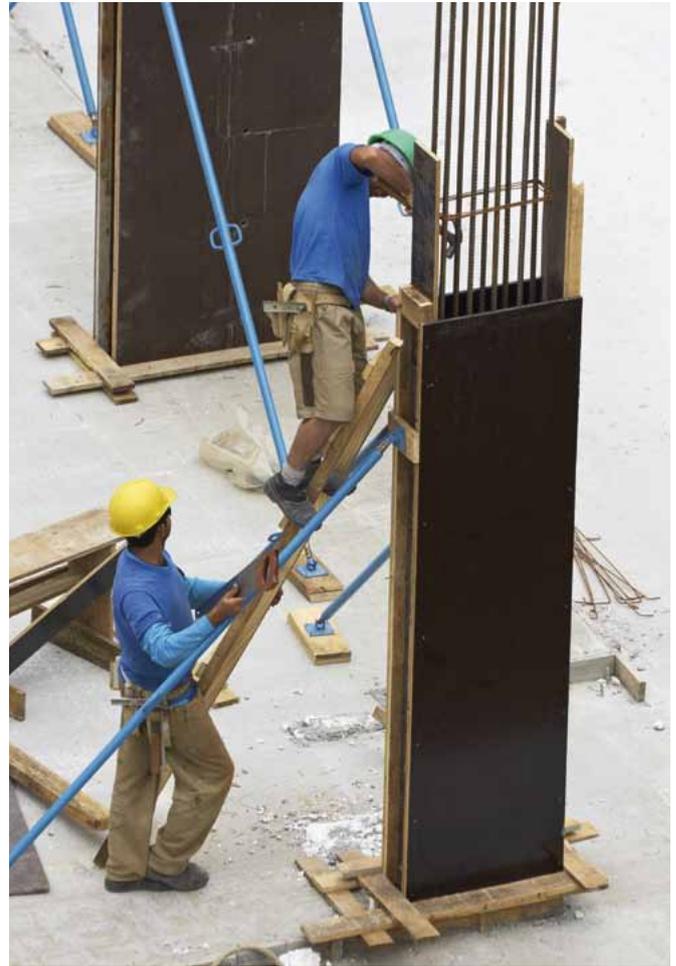
5.13. Schutz der Betonoberfläche

Schutz der Kanten

Nach der normgerechten Nachbehandlung empfiehlt es sich, Kanten, Brüstungen, Treppen und Ecken gegen Beschädigung zu schützen. Da sich üblicherweise das Objekt noch in der Rohbauphase befindet und nicht jeder Handwerker Rücksicht auf Sichtbetonflächen nimmt, ist der Schutz des Betons zwingend notwendig. Daher sind empfindliche und scharfkantige Teile mit Hölzern zu schützen. Auch hier dürfen das Holz oder andere verwendete Gegenstände nicht direkt mit dem jungen Beton in Berührung kommen.

Bohrlöcher sauber planen

Beim Verlegen von Leitungen oder Anschrauben von Heizkörpern ist darauf zu achten, dass die Schraublöcher genau ausgemessen werden und nicht planlos gebohrt wird. Falsch gebohrte Löcher verunstalten die Sichtbetonflächen.



Keine Beschriftungen auf Sichtbeton

Da nachfolgende Handwerker oft Beschriftungen oder Maßangaben direkt auf dem Beton anbringen, muss deutlich gekennzeichnet werden, dass es sich um Sichtbeton handelt und die Oberfläche weder verschmutzt noch beschriftet werden darf.

Rostfahnen auf Sichtbeton

Es kommt häufig vor, dass die Anschlussbewehrung der Witterung ausgesetzt ist. Der sich dabei auf der Stahloberfläche bildende Rost kann zu Rostflecken an der Betonoberfläche führen, die sich kaum mehr entfernen lassen. Diese geben immer wieder Anlass zu Diskussionen und Reklamationen.

Maßnahmen gegen die Rostflecken

Die überstehenden Bewehrungsstäbe sind mit Folie zu umhüllen und vor Wasserzutritt zu schützen. Auch das Einhausen des Bauteils bringt einen gewissen Schutz. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Bewehrungsstäbe mit Zementleim einzustreichen und so einen Korrosionsschutz herzustellen. Der erhärtete Zementleim muss dann vor der Betonage entfernt werden, um den Verbund zwischen Bewehrung und Beton zu gewährleisten.

Entfernen von Rostfahnen

Es ist äußerst schwierig, Rostverschmutzungen von der Betonoberfläche zu entfernen. Das Rostwasser dringt in der Regel so tief in den

Beton ein, dass eine oberflächliche Entfernung nicht ausreicht. Es gibt Reinigungsmittel, mit denen diese Verschmutzungen entfernt werden können, allerdings werden die so gereinigten Flächen deutlich heller. Werden solche Reiniger eingesetzt, empfiehlt sich ein ganzflächiger Auftrag.



Transportbeton - Traunstein GmbH
Kotzinger Str. 21, 83278 Traunstein
Tel.: 08 61 / 9 09 98 -0 | Fax: 08 61 / 9 09 98 -20
Mail: info@tb-traunstein.de | www.tb-traunstein.de