

BETONoberflächenbearbeitung für Abdichtungen im Verbund

Andreas Bernhard, BTS Bauexpert AG, Schlieren, und Hanspeter Rupp, Giffers, Vorsitzender der Fachgruppe Ingenieur- und Tiefbauabdichtungen der Technischen Kommission von PAVIDENSA

Die Fachgruppe Ingenieur- und Tiefbauabdichtungen der Technischen Kommission von PAVIDENSA befasst sich seit längerem mit Phänomenen rund um die Verbundfähigkeit von Betonoberflächen. Es kommt immer wieder vor, dass fachgerecht aufgeflämmte Polymerbitumen-Dichtungsbahnen (PBD) die Anforderungen an die Haft- und Schälzugfestigkeit nicht erfüllen. In der Ausgabe 1-2009 der Fachzeitschrift PAVIDENSA wurden bereits einige Aspekte zu diesen Phänomenen beleuchtet.

BETONoberflächenbearbeitung: Warum?

Bei der Erstellung von Abdichtungen im Verbund ist die Betonoberflächenbearbeitung ein fester Bestandteil des Arbeitsablaufs. Durch die Betonbearbeitung soll dem Abdichtungssystem ein Betonuntergrund zur Verfügung gestellt werden, mit welchem die Abdichtung einen beständigen Verbund eingehen kann. Die Betonbearbeitung ist notwendig, da Beton an seiner Oberfläche je nach Betonzusammensetzung und Verarbeitungsmethode Feinanteile (Zementhaut, Zementbojake) aufweist. Die Betonoberfläche mit diesen Feinanteilen

erfüllt in der Regel die Anforderungen an die Haftzugfestigkeit der Oberfläche zur Aufnahme einer Abdichtung im Verbund nicht. Die Notwendigkeit eines geeigneten Betonuntergrundes ist auch in den Systemnormen für Abdichtungen abgehandelt. In diesen Normen sind Anforderungen an den Betonuntergrund gestellt, sie enthalten weiter Hinweise an die Untergrundvorbehandlung für Abdichtungen im Verbund.

DAMIT WÄRE DOCH EIGENTLICH ALLES GESAGT! ODER DOCH NICHT?

Bei etwas näherer Betrachtung der Thematik Betonoberflächenbearbeitung stellt man fest, dass die Wahl der Bearbeitungsmethode nicht so einfach zu bestimmen ist, wie man annehmen könnte. Auch wenn bei etwa 70 Prozent der Betonoberflächenbearbeitung mittels einmaligem Kugelstrahlen oder Hochdruckwasserstrahlen die Anforderungen an die Betonoberfläche für Abdichtungen im Verbund erreicht wird, bleiben dennoch die restlichen 30 Prozent der Betonoberflächen, bei welchen die Anforderungen nicht erfüllt werden. Dies führt zu Mehrkosten und sehr oft zu Verzögerungen, sowie in der

Regel zu grossem Ärger. Die Verzögerungen im Bauprogramm wirken sich für die nachfolgenden Arbeiten sehr negativ aus.

NORMEN UND ANFORDERUNGEN AN DEN BETONUNTERGRUND

Die Normen für Abdichtungen behandeln die Thematik des geeigneten Betonuntergrunds durch Festlegung von Anforderungen an Eigenschaften, die vom Betonuntergrund zu erfüllen sind. Die Normen enthalten weiter Hinweise auf mögliche Verfahren zur Betonbearbeitung.

- SIA 271; Abdichtungen von Hochbauten
- SIA 272; Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und Untertag
- SIA 273; Abdichtung von befahrbaren Flächen im Hochbau
- SN 640 450; Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Betonbrücken

Die verschiedenen Normen für Abdichtungen enthalten weiter Hinweise an die Untergrundvorbehandlung für Abdichtungen im Verbund.

EIGENSCHAFT	PRÜFVERFAHREN	ANFORDERUNG			
		SIA 271	SIA 272	SIA 273	SN 640 450
Festigkeit	EN 1542 Haftfestigkeit im Abreissversuch	≥ 1,5 N/mm ²			
Rautiefe	EN 1766 Sandfleckverfahren	0,5 ... 1,5 mm	0,5 ... 1,2 mm		
Ebenheit	SN 640 520, 2 m-Latte	≤ 8 mm	≤ 10mm	SIA V414/10, Tabelle 38	≤ 10mm
Feuchtigkeit	ZTV-ING, Abschnitt 4, Anhang A: CM-Messung	≤ 4 Masse-%			
Oberflächenbeschaffenheit	Sichtprüfung	kein Staub, Sand, Zementschlamm, Rost, lose Teile, Farbbreien, Öl, Nachbehandlungsmittel, Strahlgut		sauber abgezogen, keine Brauen, keine Kanten und keine Überzähne, keine Reste von Beschichtungen sowie keine oberflächlichen Verunreinigungen, keine Kiesnester, keine Spuren von alten Abdichtungen, kein Öl, Fett usw., kein Wasser und keine losen Teile, keine freiliegenden Bewehrungen und keine anderen Metallteile, keine Plastikteile	
Porosität	SIA 162/1	Eigenschaft nicht gefordert			Wert bestimmen
Wasseraufnahmekoeffizient	SN EN 1062-3	W ≤ 0,1 kg/m ² ·h		Eigenschaft nicht gefordert	

Tabelle 1: Anforderungen an den Betonuntergrund bei Abdichtungen im Verbund.

BETONOBERFLÄCHEN UND DEREN BEARBEITUNG

Bei der Betrachtung der Thematik Betonoberflächenbearbeitung stellt man fest, dass bei etwa 30 Prozent der Betonoberflächen das einmalige Kugelstrahlen oder Hochdruckwasserstrahlen mit 750 bis 1000 bar nicht zum Ziel führt, nach der Betonbearbeitung werden die Anforderungen der Norm an die Betonoberfläche nicht erreicht. Mit anderen Worten: Das gewählte Betonbearbeitungsverfahren war nicht in der Lage, die vorliegende Betonoberfläche richtig zu bearbeiten. Die Hintergründe der sehr unterschiedlichen Qualitäten von Betonoberflächen sind vielfältig. Folgende Überlegungen können dazu Hinweise geben:

- Wahl der Rohstoffe (Bezugsort)
- Betonrezeptur (Zusatzstoffe etc.)
- Transport (korrekte Benützung der Fahrmaschi-
nen)
- Einbaumethode (Pumpen/Silo-/
Betonkübel etc.)
- Verdichtungsmethode (Nadel/
Balken/Rüttler etc.)
- Oberflächenbehandlung (Taloschie-
ren von Hand/maschinell/welche
Maschinen)
- Nachbehandlung (Abdecken/
chemisch/Befeuchtung)
- Witterung (heiss/kalt/nass/starke
Winde etc.)

Was bewirkt die Betonoberflächenbearbeitung?

Grundsätzlich geht es darum, eine saubere, druck- und zugfeste sowie fettfreie Betonoberfläche zu erstellen. Die gewählte Bearbeitungsmethode dient dazu, lose Bestandteile wie Zementmilch und Verschmutzungen jeder Art, z.B. eingefahrene Erde, Rost, Öl, Fett etc., zu entfernen. Sie dient aber auch dazu, eine zu glatte Betonoberfläche aufzurauen, so dass die Rauigkeit innerhalb des von der Norm geforderten Bereichs zu liegen kommt (auf der Brücke z.B. 0.5 bis 1.2 mm). Die Wahl, wie die Betonoberfläche bearbeitet werden soll, ist nicht immer auf den ersten Blick bestimmbar und oft erst mit Hilfe von Erkenntnissen aus Laboruntersuchungen zu eruieren.

DAZU DREI FALLBEISPIELE

Fall 1

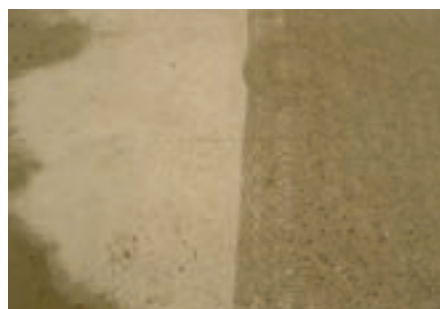
Betonoberfläche präsentiert sich glas-
hart und annähernd spiegelglatt. Auf
Grund von Dünnschliffanalysen an Bohr-
kernen wurde folgende Methode gewählt:
Zweimal Kugelstrahlen, einmal Wasser-
strahlen 750 bis 1000 bar.



**Erscheinungsbild leicht bräunlich
«glasig», von blossen Auge feststellbar.
Diese Schicht musste abgetragen werden.**

Fall 2

Betonoberfläche weist die richtige Eben-
heit und Rauigkeit auf, die Haftfestigkeit
ist jedoch mit weniger als 1 N/mm² deut-
lich zu gering. Bei Vorversuchen mit Was-
serstrahlen 750 bis 1000 bar, Kugelstra-
hlen und Fräsen erreichte man die
notwendige Haftfestigkeit der Abdich-
tung auf der Betonoberfläche vor allem
bei Schälzugversuchen nicht. Dünnschliff-
analysen an Bohrkernen ergaben, dass
die obersten zwei bis drei Millimeter die-
ser Betonoberfläche entfernt werden
mussten. Folgende Methode wurde ge-
wählt: Mit spezieller Hochdruckwasseran-
lage 2000 bis 2500 bar, mit Balken milli-
metergenau gesteuert, wurden die zwei
bis drei Millimeter vollflächig abgetragen.



**Linke Seite unbearbeitet, rechte Seite
hochdruckgestrahlt 1000 bar. Das Resultat:
Haftfestigkeit immer noch ungenügend.**



**Hier musste mit größerem Geschütz
aufgefahren werden: Wasser-Hochdruck-
strahlen mit 2000 bar, Abtragung 2-3 mm.**



**Nach Abtragung der nicht festen Schicht
zeigte sich dieses Rissbild. Die Sanierung
der Risse erfolgte mit Elastomerbitumen.**

Fall 3

Betonoberfläche weist zu grosse Un-
ebenheit und zu grosse Rauigkeit auf.
Folgende Methode wurde gewählt: Bear-
beitung mit Oberflächenfräse, Nachwa-
schen mit Wasserstrahlen 750 bis 1000
bar sowie Aufbringen einer Ausgleichs-
schicht.



**Ausgleichsschicht wurde teilweise und
ohne vorgängige Reinigung aufgetragen.
Oberfläche ist zu uneben. Nachbearbei-
tung mit Oberflächenfräse.**

Die beschriebenen Fallbeispiele sind nicht etwa abschliessend, sondern zeigen lediglich auf, wie vielfältig und anspruchsvoll die Wahl der richtigen Betonoberflächenbearbeitung sein kann.

OBERFLÄCHENBEARBEITUNGSMETHODEN

Grundsätzlich gibt es fünf Methoden für die Bearbeitung der Betonoberfläche, welche in der Praxis zur Anwendung gelangen. Die Methoden 1 bis 4 gelangen dabei grossflächig zur Anwendung, Methode 5 wird kleinflächig eingesetzt.

1. HOCHDRUCKWASSERSTRAHLEN 750 BIS 1000 BAR (HORIZONTAL UND VERTIKAL)

Vorteile:

- grosse Leistung;
- horizontal/vertikal/Gewölbe etc. einsetzbar;
- keine Verletzung der Betonoberflächenstruktur (keine Mikrorisse).

Nachteile:

- nach der Bearbeitung mit Hochdruckwasserstrahlen muss eine Trocknungszeit eingerechnet werden; diese ist von der Witterung abhängig.



Hochdruckwasserstrahlen 750 bis 1000 bar.

2. KUGELSTRAHLEN (HORIZONTAL)

Vorteile:

- grosse Leistung, auch bei harter Oberfläche;
- keine Wartezeiten da Trockenmethode;
- saubere Methode da Strahlgut in Maschine aufgesaugt wird.



Kugelstrahlen.

Nachteile:

- Gefahr der Verletzung der Betonoberflächenstruktur (Mikroriss);
- Randpartien horizontal bei aufgehenden Bauteilen können ca. 10 cm nicht behandelt werden;
- Muss möglicherweise nachgewaschen werden mit 750 bis 1000 bar;
- Ev. Versiegelung aus Epoxidharz (SN 640 450).

3. SANDSTRAHLEN (HORIZONTAL UND VERTIKAL)

Vorteile:

- keine Wartezeit da Trockenmethode;
- ideale Betonoberflächenbearbeitungsmethode;
- wird als Ergänzung zu Kugelstrahlen bei aufgehenden Bauteilen angewendet.

Nachteil:

- Staubeentwicklung;
- geringe Leistung.



Sandstrahlen.

4. FRÄSEN (HORIZONTAL)

Anwendung bei zu rauen und unebenen Betonoberflächen, Abtragen von alten Schichten.

Vorteile:

- Korrektur der Ebenheit;
- Abtragen von Schichten.

Nachteile:

- Verletzung der Betonoberflächenstruktur (erzeugt Mikrorisse);
- muss nachgewaschen werden;
- je nach Fräskopf entsteht grosse Rauigkeit, welche mit einer Kratzspachtelung korrigiert werden muss.

5. SCHLEIFEN

Schleifen mit Diamantscheibe und direkter Staubabsaugung.

Vorteile:

- bearbeiten von Kleinflächen, horizontal bis überhängend;
- Korrektur der Unebenheit.

Nachteile:

- muss nachgewaschen werden;
- geringe Leistung.

PRAXISTIPPS

Die Schwierigkeit bei der Auswahl der richtigen Betonbearbeitungsmethode besteht überwiegend darin, dass visuelle Methoden keine ausreichenden Erkenntnisse über die Eigenschaften des Betonuntergrundes ergeben. Man ist also auf sensorische Prüfungen am Betonuntergrund und allenfalls weitergehende Untersuchungen im Labor angewiesen.

Sensorische Prüfungen des Betonuntergrundes vor Ausführung der Betonoberflächenbearbeitung

1. Betonuntergrund im Streiflicht visuell prüfen.

2. Oberfläche des Betonuntergrundes auf mechanische Festigkeit mit hartem Kratzwerkzeug (z.B. Schraubenzieher) prüfen.

Weitere Prüfmöglichkeiten

- Vorversuche mit gewähltem Abdichtungssystem mit Verbund anordnen.
- Versuche mit Handschälzügen (wenn notwendig Haft-/Schälzüge durch Labor anordnen).
- Kernbohrungen und Dünnschliffanalyse anordnen zur Unterstützung der Auswahl der Oberflächenbearbeitungsmethode.

Aufgaben der Beteiligten (SIA 118/272 Pkt. 1.3)

Aufgaben des Unternehmers:

- Prüfen des Untergrundes und der einzubauenden Baustoffe mit Beschaffen der Eignungsnachweise vor der Ausführung der Arbeiten unter Mitwirkung des Bauherrn gemäss den Vorgaben im Projekt.

Aufgaben des Bauherrn:

- Mitwirken bei der Prüfung des Untergrundes und der Abnahme des Untergrundes gemäss SIA 118/272 Pkt. 1.3.
- Vorversuche bereits in Offertphase mitberücksichtigen.

	BETONUNTERGRUND HOCHFEST	BETONUNTERGRUND FEST	BETONUNTERGRUND WEICH
Visuelle Prüfung im Streiflicht	Oberfläche erscheint spiegelnd	Oberfläche erscheint matt	Oberfläche erscheint matt
Kratzprüfung	Kratzwerkzeug hinterlässt praktisch keine Spuren auf der Betonoberfläche.	Kratzwerkzeug hinterlässt sichtbare Spuren im 10tels-mm-Bereich.	Kratzwerkzeug hinterlässt gut sichtbare Spuren im mm-Bereich. Mit Kratzwerkzeug weiter bearbeiten bis die Dicke der abzutragenden Oberfläche ersichtlich wird.
Hinweise auf Ursache der vorgefundenen Festigkeit	Evtl. durch Betonrezeptur oder Betonverarbeitung entstandene hochfeste Betonoberfläche. Evtl. Karbonatschicht auf Betonoberfläche.		
Hinweise hinsichtlich Abdichtungssystem	Haftvermittler kann sich ohne richtige Betonbearbeitung mit der Betonoberfläche nicht verbinden.	Auf jeden Fall Vorprüfungen mit gewähltem Abdichtungssystem mit Verbund durchführen.	
Hinweise zur Betonbearbeitung	Spezielle Oberflächenbearbeitung notwendig. Zusätzliche Untersuchungen im Labor sinnvoll zur Abklärung der geeigneten Betonbearbeitungsmethode und der Ursache der Oberflächenfestigkeit.	Standardoberflächenbearbeitung genügt - 1 x Hochdruckwasser 750 bar, - 1000 bar oder - 1 x Kugelstrahlen etc.	Spezielle Oberflächenbearbeitung notwendig. Zusätzliche Untersuchungen im Labor sinnvoll zur Abklärung der geeigneten Betonbearbeitungsmethode und der Ursache der Oberflächenfestigkeit

Tabelle 2: Resultate der sensorischen Prüfungen.