

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 65 (1997)
Heft: 12

Artikel: Schutz von Betonoberflächen (5) : Beschichtungen
Autor: Hermann, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153832>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 31.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schutz von Betonoberflächen (5): Beschichtungen

Beschichtungen können die Gebrauchseigenschaften von Betonbauteilen verbessern sowie ihre Dauerhaftigkeit und ihren Widerstand gegen korrosive Angriffe erhöhen; sie ermöglichen auch farbliche Gestaltungen.

In der «Cementbulletin»-Reihe über den Schutz von Betonoberflächen folgt hier auf Artikel über Hydrophobierungen [1] und Versiegelungen [2] ein Artikel über Beschichtungen. Diese drei Oberflächenschutzverfahren unterscheiden sich vor allem in der Schichtdicke (siehe auch Abbildung 1 in [2]): Beschichtungen bilden einen vollständigen Film, der wirksamer gegen das Eindringen von Flüssigkeiten und Gasen schützt. Dadurch werden die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit des beschichteten Betons verbessert. Nicht zu vergessen ist auch die Möglichkeit, Oberflächen farblich zu gestalten.

Um es gleich vorwegzunehmen: Die Wahl des richtigen Beschichtungssystems ist nicht einfach, denn auf dem Markt wird eine sehr grosse Zahl von Produkten angeboten. Zudem wird die Beschichtungstechnologie ständig verbessert. Der vorliegende Artikel ist notgedrungen sehr allgemeiner Natur.

Beschichtungen in Richtlinien und Merkblättern

Beschichtungen lassen sich nach Richtlinie SIA 162/5 [3] unterteilen in

- starre Dünnbeschichtungen (v.a. Epoxidharzbeschichtungen bis 0,3 mm Schichtdicke [4])
 - flexible Dünnbeschichtungen (v.a. Acrylharz- und Polyurethanbeschichtung bis 1 mm Dicke [4])
 - starre Dickbeschichtungen
 - flexible Dickbeschichtungen
- Dickbeschichtungen basieren meist auf Polyurethanen mit Gesamtschichtdicken um 1 bis 2 mm (2 bis 3 Arbeitsgänge) [4].

Im weiteren wird in der Richtlinie SIA 162/5 auf die Klassifizierung im zweiten Teil der «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen» des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) verwiesen [5]. Hier sind zwölf Oberflächenschutzsysteme (OS 1 bis OS 12) definiert, von denen neun zu den Beschichtungen zählen (siehe Tabellen 1 bis 3 in [6]).

Als Bindemittel der Beschichtungsmaterialien dienen fast ausschliesslich organische Harze. Die systemspezifischen Mindestschichtdicken betragen je nach Schutzsystem 0,08 bis 5 mm.

Einsatz von Beschichtungen

In den erwähnten Richtlinien des DAfStb [5] werden die Beschichtungen drei Gruppen von Oberflächenschutzsystemen zugeordnet:

- *Beschichtungen für nicht befahrbare Flächen* (Oberflächenschutzsysteme OS 4, OS 5 und OS 9)
- *Beschichtungen für befahrbare Flächen* (Oberflächenschutzsysteme OS 6, OS 8, OS 11 und OS 12)
- *Beschichtungen unter bituminösen oder anderen Deckschichten* (Oberflächenschutzsysteme OS 7 und OS 10)

Wichtige Eigenschaften sowie die Hauptbindemitteltypen, Schichtdicken und Anwendungsbereiche der beiden ersten Gruppen sind in

Tabelle 1 zusammengefasst. Weitere Anforderungen (zulässige Feuchte des Betons bei der Beschichtung, Haftzugfestigkeit von Untergrund und Beschichtung...) sind in [5] aufgeführt.

Beschichtungsmaterialien

Beschichtungsmaterialien bestehen aus mehreren Komponenten: Bindemittel, Pigmente, gegebenenfalls Füllstoffe und Zuschläge, Hilfsstoffe sowie Lösungs- und Dispergiermittel.

Bindemittel

prägen in der Regel die Eigenschaften eines Beschichtungsstoffes. Ihre Hauptaufgaben:

- Sie binden die übrigen Bestandteile des Beschichtungsstoffes.
- Sie bewirken die Haftung der Beschichtung auf dem Untergrund.
- Sie bilden den Film.
- Sie bestimmen zusammen mit den übrigen Bestandteilen den Widerstand gegen chemische, mechanische und physikalische Belastungen sowie gegen die Gas- und Flüssigkeitsdiffusion [7].

Am häufigsten verwendet werden Epoxid-, Acrylat- und Polyurethanharze.

Pigmente

dienen der Farbgebung. Sie können aber auch die UV-Beständigkeit

einer Beschichtung erhöhen sowie den Verschleisswiderstand und die chemische Widerstandsfähigkeit verbessern [7].

Füllstoffe

sind vorwiegend mineralischer Natur (Quarzmehl, Kieselsäuren, Silikate). Sie erhöhen die Viskosität des Beschichtungsstoffes. Daneben beeinflussen sie unter anderem folgende Beschichtungseigenschaften [7]:

- Sie verbessern die mechanische Widerstandsfähigkeit.
- Sie reduzieren das Schwindmaß und vermindern die thermische Längenänderung.
- Sie erhöhen die Härte, die Druckfestigkeit und den E-Modul.
- Sie vermindern die Schlagzähigkeit, die Biege- und die Zugfestigkeit.

Hilfsstoffe

wie Benetzungsmittel oder Emulgatoren werden in niedrigen Konzentrationen verwendet [7].

Lösungs- und Dispergiermittel

Wasser wird sowohl als Dispergier- als auch als Lösungsmittel eingesetzt. Daneben kommen auch organische Lösungsmittel wie Alkohole, Ester oder Ketone zum Einsatz.

Praktisches

Filmbildende Beschichtungen bestehen nach den Richtlinien des DAfStb [5] mindestens aus

- einer Grundbeschichtung (Grundierung) und

- einer wirksamen Deckschicht.

Weiter mögliche Bestandteile sind unter anderem:

- eine Spachtelung aus einem kunststoffmodifizierten Zementmörtel oder einem Reaktionsharzmörtel
- eine Deckversiegelung oder -beschichtung (UV-Schutz)
- eine Abstreuerung

In *Tabelle 2* sind die in [5] vorgesehenen Aufbauten zusammengefasst.

Auf die Untergrundvorbereitung wurde bereits eingegangen [8]. Damit eine Beschichtung gleichmäßig dick wird, muss der Untergrund eben sein. Die vom Hersteller vorgegebenen Bedingungen bezüglich Trockenheit des Betons sind unbedingt einzuhalten. Auch die Umgebungs- und Bauteiltemperatur sowie die Luftfeuchtigkeit sollten kontrolliert werden.

Die Applikation von Beschichtungsmaterialien erfolgt meist mit einfachen Geräten wie Pinseln, Rollen oder Spritzen. Damit ein geschlossener Film entsteht, sind in der Re-

Schutzsystem	Eigenschaften	Hauptbindemitteltypen	Dicke ¹⁾	Anwendungsbereiche
OS 4 Beschichtung für nicht befahrbare Flächen	<ul style="list-style-type: none"> – Wasseraufnahme reduziert – Aufnahme von im Wasser gelösten Stoffen reduziert – Kohlendioxiddiffusion stark reduziert – Wasserdampfdurchlässigkeit begrenzt – Frostwiderstand verbessert 	<ul style="list-style-type: none"> – Acrylate – Polyurethan-Acrylate 	0,08 mm	Fassaden, Ingenieurbauwerke und andere nicht befahrbare, mechanisch nicht belastete, freibewitterte Flächen
OS 5 Beschichtung für nicht befahrbare Flächen mit mindestens sehr geringer Rissüberbrückung	<ul style="list-style-type: none"> – Wasseraufnahme reduziert – Aufnahme von in Wasser gelösten Stoffen reduziert – Kohlendioxiddiffusion stark reduziert – Rissüberbrückungsfähigkeit für Haarrisse – Wasserdampfdurchlässigkeit begrenzt – Frostwiderstand verbessert 	<ul style="list-style-type: none"> – Acrylatdispersionen – Propionatcopolymerdispersionen – Dispersion-Zement-Schlämme 	0,30 mm 0,30 mm 2,00 mm	Fassaden, Ingenieurbauwerke und andere, mechanisch nicht belastete, freibewitterte Betonflächen
OS 9 Beschichtung für nicht befahrbare Flächen mit mindestens erhöhter Rissüberbrückung	<ul style="list-style-type: none"> – Wasseraufnahme verhindert – Aufnahme von in Wasser gelösten Stoffen verhindert – dauerhafte Rissüberbrückung vorhandener und neu entstehender oberflächennaher Risse und Trennrisse unter temperatur- und/oder lastabhängigen Bedingungen – Kohlendioxiddiffusion verhindert – Frostwiderstand verbessert – Wasserdampfdurchlässigkeit verringert 	<ul style="list-style-type: none"> – Polyurethanharze 	1 mm	Ingenieurbauwerke im Bereich von nicht befahrbaren, mechanisch nicht belasteten, rissgefährdeten, freibewitterten Betonflächen, auch spritz- und tausalzbeaufschlagte Flächen
OS 6 Chemisch widerstandsfähige Beschichtung für mechanisch gering beanspruchte Flächen	<ul style="list-style-type: none"> – Aufnahme von in Wasser gelösten Stoffen verhindert – Eindringen von Wasser verhindert – Chemikalienbeständigkeit verbessert – Frosttausalz-widerstand verbessert – Kohlendioxiddiffusion stark reduziert – Wasserdampfdiffusion ggf. stark reduziert 	<ul style="list-style-type: none"> – Epoxidharze – Polyurethanharze 	0,50 mm	Decken, Wände und mechanisch gering belastete Bodenflächen mit Flüssigkeits- und Chemikalienbeaufschlagung
OS 8 Chemisch widerstandsfähige Beschichtung für befahrbare, mechanisch stark belastete Flächen	<ul style="list-style-type: none"> – Aufnahme von in Wasser gelösten Stoffen verhindert – Chemikalienbeständigkeit verbessert – Verschleisswiderstand verbessert – Wasseraufnahme verhindert – Kohlendioxiddiffusion verhindert – Wasserdampfdiffusion verhindert <p>Je nach Anforderung zusätzlich eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Griffbarkeit verbessert – Dekontaminierbarkeit – Frosttausalz-widerstand verbessert – elektrische Ableitfähigkeit – bei rückseitiger Wassereinwirkung geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> – Epoxidharze 	1 mm	mechanisch und chemisch beanspruchte Betonflächen, z.B. Fahrbahnen, Industrieböden, Behälter- und Rohrwandungen
OS 11 Beschichtung für befahrbare Flächen mit mindestens erhöhter Rissüberbrückung	<ul style="list-style-type: none"> – Aufnahme von im Wasser gelösten Stoffen verhindert – dauerhafte Rissüberbrückung vorhandener und neu entstehender Trennrisse unter temperatur- und lastabhängigen Bewegungen – Frostwiderstand verbessert – Chemikalienwiderstand verbessert – Griffbarkeit verbessert – Wasseraufnahme verhindert – Kohlendioxiddiffusion verhindert – ggf. Wasserdampfdiffusion stark reduziert 	<ul style="list-style-type: none"> – Epoxid-Polyurethanharze 	3–5 mm	rissgefährdete Betonflächen wie Schrammborde und Brückenkappen sowie mechanisch stark belastete Flächen wie Parkdecks oder Brückenfahrbahnen
OS 12 Beschichtung mit Reaktionsharzbeton bzw. -mörtel für befahrbare, mechanisch stark belastete Flächen	<ul style="list-style-type: none"> – Frosttausalz-widerstand verbessert – Verschleisswiderstand verbessert – Wasseraufnahme verhindert – Aufnahme von in Wasser gelösten Stoffen verhindert – Kohlendioxiddiffusion verhindert – Wasserdampfdiffusion reduziert bis verhindert – Chemikalienbeständigkeit verbessert – Griffbarkeit verbessert 	<ul style="list-style-type: none"> – Epoxidharze 	5 mm	Industrieböden und Betonfahrbahnen

¹⁾ System-spezifische Mindestschichtdicke

Tab. 1 Oberflächenschutzsysteme für nicht befahrbare und befahrbare Flächen (nach [5]).



Foto: Sika AG, Zürich

Schutzbeschichtung als Teil einer Reprofilierung: Haftschlämme, Reprofiliermörtel, Flächenspachtel und Beschichtung.

gel mehrere Arbeitsgänge erforderlich. Die Überwachung erfolgt vor allem über den Materialverbrauch. Weitere Prüfungsmöglichkeiten sind die Schichtdicke, die Haftung und die Porenfreiheit.

Eigenschaften von Beschichtungen

Beschichtungen wirken vor allem über die reduzierte oder unterbundene Wasser-, Wasserdampf- und Gasdurchlässigkeit. Damit verbunden sind Eigenschaften wie der Schutz vor dem Eindringen schädlicher Ionen (Chloride, Sulfate) oder die verbesserte Frost- und Frosttausalzbeständigkeit. Positiv ist

auch die Möglichkeit zu vermerken, Betonflächen farblich zu gestalten. Auf mögliche Nachteile wird am Schluss dieses Artikels eingegangen.

Im folgenden wird kurz auf drei wichtige Eigenschaften von filmbildenden Beschichtungen eingegangen: Die Rissüberbrückung sowie der Widerstand gegenüber der Diffusion von Wasserdampf und von Kohlendioxid.

Rissüberbrückung

Beschichtungen können niemals betontechnologische Massnahmen zur Verhinderung von Rissen ersetzen. Wenn trotzdem Risse vorlie-

gen, bilden Beschichtungssysteme einen wirksamen Schutz gegen Folgeschäden wie beispielsweise Rissflankenausbrüche in Betonbelägen. Muss aufgrund besonderer Beanspruchungen mit Rissen gerechnet werden, lassen sich ebenfalls praxisbewährte Beschichtungssysteme einsetzen. Nach den Richtlinien des DAfStb haben folgende Oberflächenschutzsysteme rissüberbrückende Eigenschaften: OS 5, OS 9, OS 10 und OS 11 [5]. Aufgrund einer empirischen Formel von Teepe muss die Beschichtungsdicke mindestens der dreifachen Rissaufweitung entsprechen [9]. Allerdings wird die Rissüberbrückungsfähigkeit eines Beschichtungssystems nicht allein von der Schichtdicke bestimmt. Zu beachten sind weitere Parameter wie das Spannungs-/Dehnungsverhalten der Werkstoffe und der Verbund mit dem Untergrund.

Für Parkdecks und Brückenfahrbahnen hat sich beispielsweise folgender Aufbau bewährt [9]:

- lösungsmittelfreie Grundierung auf Reaktionsharzbasis, abgestreut mit trockenem Quarzsand 0,2–0,7 mm (300–500 g/m²)
- gegebenenfalls Spachtelung mit Reaktionsharz-Feinspachtel (Auffüllen von Fehlstellen, Poren, Lunken und Rauhtiefen > 1 mm)

Literatur

- [1] Jakob, T., und Hermann, K., «Schutz von Betonoberflächen (3): Hydrophobierungen», *Cementbulletin* **65** [10], 3–7 (1997).
- [2] Hermann, K., «Schutz von Betonoberflächen (4): Versiegelungen», *Cementbulletin* **65** [11], 3–7 (1997).
- [3] Richtlinie SIA 162/5: «Erhaltung von Betontragwerken» (Entwurf April 1997).
- [4] IP Bau: «Betoninstandsetzung mit System», herausgegeben vom Bundesamt für Konjunkturfürsorge, Bern (1993), 139 Seiten.
- [5] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 2: «Bauplanung und Bauausführung», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 69 Seiten (1990).
- [6] Hermann, K., «Schutz von Betonoberflächen (1): Allgemeines», *Cementbulletin* **65** [7–8], 3–7 (1997).
- [7] Fiebich, M., «Filmbildende Beschichtungen» in «Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen unter Verwendung von Kunststoffen – Sachstandbericht», Deutscher Ausschuss für Stahlbeton **443**, 175–221 (1994).
- [8] Hermann, K., «Schutz von Betonoberflächen (2): Untergrundvorbereitung», *Cementbulletin* **65** [9], 3–7 (1997).
- [9] Schäper, M., «Rissüberbrückende Beschichtungen im Massivbau», *Beton- und Stahlbetonbau* **87** [7], 177–182 (1992).

Aufbau	OS 4	OS 5	OS 5	OS 9	OS 6	OS 8	OS 11	OS 11	OS 11	OS 12
Feinspachtel		○	○	●						
Hydrophobierung	○									
Grundierung	○	○		●	●	●	●	●	●	●
Spachtelung					●		○	○	○	
Beschichtungen				2				3		
elast. rissüberbr. Zwischenschicht							●		●	
Dichtungsschlämme			3							
Reaktionsharzbeton										●
Fließmörtel (Verschleisschicht)							●			
Deckschichten	≥ 2	2-4			≥ 1	≥ 1			●	
Deckversiegelung				○		○				○
Abstreuerung der Versiegelung										○
Mindestschichtdicke der wirksamen Oberflächenschutzschicht	0,08 mm	0,30 mm	2,0 mm	1 mm	0,50 mm	1 mm	1,5 mm	3,0 mm	1,5 mm	5 mm

Tab. 2 Aufbau von nicht befahrbaren und befahrbaren Oberflächenschutzsystemen (nach [5]).

○: gegebenenfalls

- elastische Beschichtung (Epoxid-Polyurethan-Reaktionsharzkom-
bination) zur Rissüberbrückung
(systemspezifische Mindest-
schichtdicke 1,5 mm)
- elastischer, gefüllter Fließmörtel
mit Epoxid-Polyurethan-Reak-
tionsharzkom-
bination als Basis
als Verschleisschicht, abgestreut
mit Quarzsand zur Verbesserung
der Griffbarkeit; systemspezifische
Mindestdicke 3 mm.

Dieser Aufbau entspricht dem
Schutzsystem OS 12 [5].

Der Diffusionswiderstand gegen Wasserdampf

lässt sich durch die äquivalente
Luftschichtdicke s_D quantifizieren.
Diese gibt an, wievielfach undurch-
lässiger als ruhende Luft ein Be-
schichtungsstoff gegen die Diffu-
sion von Wasserdampf ist. Sie lässt
sich aus der Trockenschichtdicke s
und einer Materialkonstanten, der
Diffusionswiderstandszahl m , be-
rechnen:

$$s_D = m s \text{ [m]}$$

Die Diffusionswiderstandszahlen m
marktüblicher Beschichtungsstoffe
liegen in der Größenordnung von
 10^3 bis 10^4 [7]. Unter Zugrunde-
legung der Mindestschichtdicken der

Oberflächenschutzsysteme nach der
Richtlinie des DAfStb [5] ergeben
sich äquivalente Luftschichtdicken
 s_D zwischen 0,2 und gegen 20 m. (In
Deutschland sind bei Fassadenbe-
schichtungen s_D -Werte von ≤ 4 m
zulässig; bei gewissen Materialkom-
binationen, die OS 4 oder OS 5 ent-
sprechen, wird diese Grenze über-
schritten [7].)

Widerstand

gegen Kohlendioxiddiffusion

Beschichtungen werden beim Kor-
rosionsschutz von Stahlbeton-
bauteilen oft als Karbonatisierungs-
bremsen eingesetzt. Wie beim
Widerstand gegen Wasserdampf-
diffusion wird eine diffusionsäqui-
valente Luftschichtdicke s_D definiert,
die von der Diffusionswiderstands-
zahl m_{CO_2} und der Trockenschicht-
dicke s des Beschichtungsstoffes
abhängt:

$$s_D = m_{CO_2} s \text{ [m]}$$

Für Karbonatisierungsbremsen wer-
den häufig äquivalente Luftschicht-
dicken von 50 m gefordert. Für ein
Oberflächenschutzsystem mit etwa
0,1 mm (10^{-4} m) Trockenschichtdi-
cke (OS 4) resultiert daraus eine Dif-
fusionswiderstandszahl m_{CO_2} von
mindestens 5×10^5 (50 m / 10^{-4} m).

Gefahren bei Beschichtungen

Beschichtungen sollen Beton vor
umweltbedingten Schäden schüt-
zen. Dies bedeutet, dass sie nicht
nur die Aufnahme von Wasser
vermindern oder unterbinden, sie
beeinflussen auch den Wasserhaus-
halt des Betonbauteils selbst nach-
haltig, indem sie Wasser im Beton
zurückhalten. Diesem Aspekt ist
deshalb besondere Beachtung zu
schenken. So darf beispielsweise
bei Betonplatten nicht die obere
Seite wasserdicht beschichtet und
die Unterseite mit einer möglichst
dampfdichten Farbe angestrichen
werden (z.B. bei Parkdecks und Bal-
konen).

Wenn Wasser oder Wasserdampf
aus beschichteten Bauteilen nicht
entweichen kann, können

- osmotische Transportvorgänge,
- Kapillardrücke,
- hydrostatische Drücke und/oder
- Gasdrücke

zu Problemen führen, die Blasenbil-
dungen oder Adhäsionsverluste
zwischen dem Beton und der Be-
schichtung zur Folge haben. Unter-
suchungen zu diesen Phänomenen
sowie Vorschläge zur Vermeidung
derartiger Probleme sind in [7] zu-
sammengefasst.

Kurt Hermann, TFB