Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 65 (1997)
Heft: 11

Artikel: Schutz von Betonoberflächen (4) : Versiegelungen
Autor: Hermann, Kurt
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153831

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

Schutz von Betonoberflächen (4): Versiegelungen

Versiegelungen sind porenschliessende Imprägnierungen, bei denen ein dünner, grösstenteils zusammenhängender Oberflächenfilm gebildet wird.

Imprägnierungen von Betonoberflächen werden in der Richtlinie SIA 162/5 «Erhaltung von Betontragwerken» [1] in nicht filmbildende Hydrophobierungen und in filmbildende Versiegelungen unterteilt. Über Hydrophobierungen wurde im letzten «Cementbulletin» informiert [2]. Versiegelungen, die auch als Grundierungen für Beschichtungen eingesetzt werden, sind das Thema des vorliegenden Artikels.
Versiegelungen bilden einen grösstenteils zusammenhängenden geschlossenen Oberflächenfilm. Sie unterscheiden sich dadurch von den Hydrophobierungen, die nicht filmbildend sind. Schematisch ist dies in *Abbildung 1* zusammengefasst. Das ebenfalls abgebildete Schema einer Beschichtung zeigt, dass zwischen Versiegelungen und Beschichtungen ein fliessender Übergang besteht. Die Hauptunterschiede liegen vor allem im Umfang der Porenfüllung und in der Dicke der Oberflächenschicht, die bei Versiegelungen etwa 0,1 bis etwa 0,3 mm beträgt. Fehlstellen in der Betonoberfläche (beispielsweise Lunker) werden auch bei Versiegelungen nicht ausgefüllt und müssen zuerst zugespachtelt werden.

Versiegelungen in Richtlinien und Merkblättern

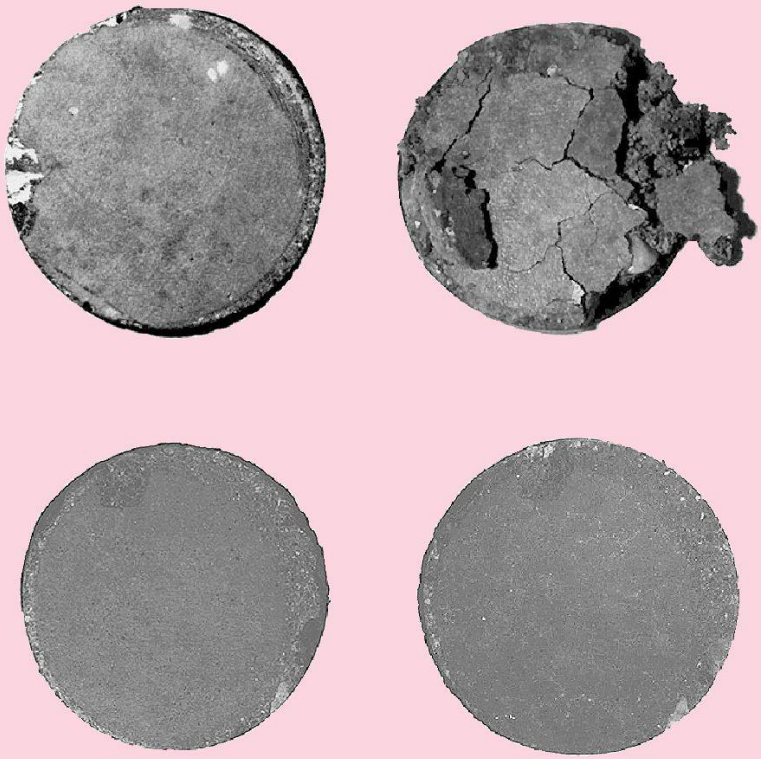
Die SIA-Richtlinie 162/5 [1] enthält nur wenig Informationen über Imprägnierungen im allgemeinen und über Versiegelungen im besonderen. Etwas ausführlicher werden sie in den «Richtlinien für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen» [3–6] des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) behandelt. In den dort definierten Oberflächenschutzsystemen (OS 1 bis OS 12) werden auch Versiegelungen eingesetzt:

- OS 2 (Versiegelungen für nicht befahrbare Flächen). Als Anwen-

Abb. 1. Schematische Darstellung von Hydrophobierungen, Versiegelungen und Beschichtungen (nach [7]).

Zeichnung: TFB/ZSD

Verbesserung der Frosttausalzbeständigkeit



Betonproben aus einem Fluchtbalkon vor und nach der Frosttausalzbeständigkeitsprüfung (100 Zyklen): oben unbehandelte Proben, unten nach dem im Kasten «Ein Schweizer Versiegelungssystem» beschriebenen Verfahren imprägnierte Proben. Fotos: Rascor AG, Oberweningen

dungsgebiet wird der vorbeugende Schutz von freibewitterten Betonflächen im Neubaubereich für senkrechte Flächen und Unterseiten genannt. Hauptbindemittel sind Acrylharze; die minimale Schichtdicke beträgt 0,050 mm.

- OS 3 (Versiegelungen für befahrbare Flächen) werden bei Fussböden und Fahrbahnen eingesetzt, die überwiegend nicht frei bewittert werden und eine geringe Belastung erfahren. Verwendet werden vor allem Epoxidharze (EP-Harze), Polyurethanharze (PUR-Harze) und Polymethylmethacrylate (PMMA-Harze). Auch hier werden minimale Schichtdicken von 0,050 mm verlangt.

Der Vollständigkeit halber sei auch auf das Merkblatt SIA 2002 (Ausgabe 1990) [9] verwiesen, das neben hydrophobierenden Imprägnierungen auch filmbildende sowie dichtende und verfestigende Imprägnierungen definiert. Versiegelungen werden nicht bei den Imprägnierungen aufgeführt; sie bilden eine separate Oberflächenschutzmassnahme.

Allgemeine Anforderungen

Die obenstehenden Definitionen und Umschreibungen zeigen, dass Versiegelungen nicht einheitlich definiert sind. Zudem ist auch relativ wenig umfassende Literatur über diese Oberflächenschutzverfahren vorhanden. Eine Ausnahme ist ein 1994 erschienener Artikel [7], auf dem viele der folgenden Ausführungen basieren.

Bezüglich der Benetzung von Betonoberflächen und des kapillaren Eindringvermögens verhalten sich Hydrophobierungs- und Versiegelungsmittel ähnlich. Damit sich ein Produkt – konkret ein Kunststoffsystem auf Acryl-, Epoxid- oder Polyurethanharzbasis – für Versiegelungen eignet, muss es verschiedene Anforderungen erfüllen. Erwartet werden möglichst grosse Eindringtiefen, und dies durch das kapillare Saugvermögen des Betons allein. Glücklicherweise ist diese Bedingung bei kapillarporenreichen Betonen am ehesten erfüllt, die auch am meisten schutzbedürftig sind. Vorteilhaft für grosse Eindringtiefen sind eine niedrige Viskosität und eine niedrige Oberflächenspannung des Imprägniermittels; dieses darf auch nicht aus grossen Molekülen bestehen. Immer berücksichtigt werden muss der Wassergehalt des Betons.

Foto: Rascor AG, Oberweningen

Betonstrasse, 11 Jahre nach der Erstellung. Die höherliegende linke Seite mit zahlreichen Schäden wurde nicht imprägniert, die rechte Seite wurde mit dem hier beschriebenen Verfahren geschützt.

Ein Schweizer Versiegelungssystem

Vor bald 30 Jahren untersuchten Mitarbeiter der Betonstrassen AG in Wildegg die Möglichkeit, frosttausalzbeanspruchte Betone mit Leinölgemischen zu imprägnieren – mit nur geringem Erfolg.

Die bei diesen Versuchen gewonnenen Erfahrungen waren trotzdem nützlich, denn sie bildeten die Basis für die Entwicklung eines Verfahrens, mit dem in der Schweiz bis heute rund 1,5 Mio. m^2 Betonoberflächen von Flugpisten, Strassen, Plätzen usw. imprägniert bzw. versiegelt wurden. Als Imprägniermittel dient ein Polymethacrylat.

Durch die Behandlung wird die Feuchtigkeitsaufnahme des Betons herab- und seine Frosttausalzbeständigkeit heraufgesetzt (siehe Abbildungen auf Seite 4). Bei Strassenbeton wurden Eindringtiefen bis 28 mm gemessen.

Die Lösung der zwei Komponenten wird mit automatischen Dosier-/Misch/-Sprühanlagen in zwei Arbeitsgängen auf möglichst trockenen Beton – mindestens 48 Stunden kein Regen, keine Nassreinigung der Betonoberfläche – aufgesprüht. Von der Sperrung bis zur Wiedereröffnung eines Strassenstücks oder Platzes vergehen in der Regel rund 8 Std.

Quelle: [8]

Dispersionsanstrichstoffe sowie Produkte, die Pigmente oder Füllstoffe enthalten, sind nicht geeignet, denn die groben Teilchen setzen sich auf der Betonoberfläche ab und wirken wie ein Sieb: nur das Lösungsmittel bzw. die Dispergierflüssigkeit dringt weiter ins Porensystem ein. Die Versiegelungsmittel müssen aushärten ohne zu kleben sowie gegenüber UV-Licht und Witterungseinflüssen beständig sein.

Zu den zahlreichen weiteren Anforderungen, die je nach Anwendung wichtig sein können, gehören:

- Resistenz gegen Ansiedlung von Bakterien und anderen Mikroorganismen in Badeanlagen, Krankenhäusern, Lebensmittelbetrieben…
- Zulassung im Trinkwasserbereich
- Widerstandsfähigkeit gegenüber Chemikalien
- Verhinderung der Staubbildung bei mechanisch beanspruchten horizontalen Betonoberflächen
- Verminderung der Aufnahme von Wasser und von darin gelösten Schadstoffen
- Verminderung der Aufnahme von CO_2 in Beton («Karbonatisierungsbremse»)
- Aussehen von Sichtbeton nicht oder gezielt und gleichmässig verändert
- Verbesserung des Frost- und des Frosttausalzwiderstands

Materialien für Versiegelungen

Für die Versiegelungen von Betonoberflächen eignen sich Epoxid-, Methacrylat- und Polyurethanharze.

Epoxidharze (EP-Harze)
sind die am häufigsten verwendeten Versiegelungsmittel. Die Restfeuchte des Untergrunds bildet meist kein Problem, die Verarbeitungstemperatur muss mindestens 5 °C betragen. Das System und die Umgebungstemperatur beeinflussen die Aushärtungszeit, die zwischen einigen Stunden und einigen Tagen liegen kann.

Methacrylatharze (PMMA-Harze)
härten rasch durch Polymerisation aus und sind selbst bei –10 °C noch verarbeitbar. Ungünstig ist ihre kurze Verarbeitungszeit (Topfzeit), und auch der hohe Dampfdruck der Ausgangsmaterialien kann sich (vor

allem bei hohen Temperaturen und bei Wind) negativ auswirken.

Polyurethanharze (PUR-Harze) sind relativ schwierig zu verarbeiten und werden deshalb seltener eingesetzt.

Die Versiegelungsprodukte werden lösungsmittelhaltig und lösungsmittelfrei angeboten. Die lösungsmittelfreien Produkte gewinnen aus Umweltschutz- und arbeitshygienischen Gründen zunehmend an Bedeutung. Zudem ist ihre Sperrwirkung bei gleicher Schichtdicke höher als bei lösungsmittelhaltigen Produkten [11].

Praxis der Versiegelung

Bei der Wahl des geeignetsten Verfahrens und bei der Ausführung von Versiegelungen helfen Empfehlungen der Hersteller, aber auch Vorversuche an Musterflächen. Wie bereits betont, spielt die sorgfältige Untergrundvorbereitung eine sehr wichtige Rolle. Verunreinigungen müssen mit den üblichen Methoden (oft Reinigung durch Sandstrahlen oder mit Hochdruckwasser) entfernt [10] und örtliche Schadstellen behoben werden. Wichtig ist auch, dass der Beton nicht zu feucht ist (Herstellerangaben beachten!).
Die Applikation der Flüssigharze erfolgt meistens durch Rollen, Streichen, Spritzen oder Fluten. In der Regel sind mindestens zwei Arbeitsgänge erforderlich; bei höheren Beanspruchungen können es sogar deren vier werden.
Die Überwachung ist recht schwierig. Sie umfasst unter anderem die Anzahl Arbeitsgänge, den Materialverbrauch, visuelle Prüfungen und Laboruntersuchungen an Bohrkernen [11].

Vor- und Nachteile

Der Einsatz von Versiegelungen ist naturgemäss vor allem bei relativ offenporigem Beton sinnvoll. Allerdings ist zu beachten, dass das weitgehende Auffüllen der Kapillarporen mit einem Reaktionsharz die Druck-, Zug- und Schubfestigkeit sowie den Elastizitätsmodul beträchtlich erhöht (Druckfestigkeiten bis 100 N/mm^2 bzw. Zugfestigkeiten bis 25 N/mm^2) [7]. Mit geeigneten Versiegelungen kann zudem der Verschleisswiderstand von mechanisch beanspruchten Betonflächen erhöht werden. Auch die Widerstandsfähigkeit bei Kavitationsbeanspruchung soll zunehmen.
Harte Übergänge zwischen versiegelten Randzonen und nicht versiegeltem Innenbeton können bei starken Temperaturänderungen im Grenzbereich beträchtliche Schub- und Haftzugspannungen verursachen, die in Extremfällen zu schalenförmigen Abplatzungen führen können.
Als Lösung dieses Problems wird das mehrfache Tränken mit Produkten vorgeschlagen, die zunehmend weniger Lösungsmittel enthalten und damit zunehmend viskoser werden. Das Resultat sind niedrigere Zwängspannungen als Folge eines weniger abrupten Wechsels zwischen getränktem und ungetränktem Bereich [7].
Damit die Dichtigkeit eines Betonteils erhöht wird, müssen die Kapillarporen in Oberflächennähe möglichst vollständig verfüllt werden. Derart versiegelter Beton kann über eine Sperrwirkung gegenüber eindringenden Flüssigkeiten verfügen, die grösser als bei einer Hydrophobierung ist. Dadurch werden der Frosttausalzwiderstand des Betons und der Schutz der Bewehrung vor in Wasser gelösten Schadstoffen verbessert. Der Beton ist allerdings nicht vollständig wasserundurchlässig. Deshalb sind Versiegelungen von Betonen kein wirksames Mittel gegen drückendes Wasser.
In versiegeltem Beton kann die Karbonatisierung deutlich verlangsamt werden, da auch die Wasserdampf- und die Gasdiffusionsfähigkeit vermindert werden.

Versiegelte Betonoberflächen erscheinen dunkler, da sich die Lichtbrechung ändert. Befahrene Flächen müssen unter Umständen unmittelbar nach dem letzten Arbeitsgang der Versiegelung mit geeignetem Sand bestreut werden, damit sie nicht zu glatt sind.

Schutzmassnahmen

Viele der für Versiegelungen verwendeten Chemikalien sind im nicht polymerisierten Zustand teilweise nicht ganz harmlos, denn sie sind meist brennbar und sollten nicht eingeatmet werden. Einige von ihnen können Hautreizungen (Dermatosen) hervorrufen.
Diese Chemikalien dürfen deshalb erst verarbeitet werden, wenn alle in den Merkblättern der Hersteller aufgeführten Schutzmassnahmen vorbereitet sind.
Die noch nicht polymerisierten Versiegelungsprodukte dürfen weder in die Kanalisation noch in Gewässer oder in den Boden gelangen; sie sind wassergefährdend. Sie werden als Sondermüll entsorgt.

Kurt Hermann, TFB

Literatur

[1] Richtlinie SIA 162/5 «Erhaltung von Betontragwerken» (Entwurf April 1997).

[2] *Hermann, K.,* «Schutz von Betonoberflächen (3): Hydrophobierungen», Cementbulletin **65** [10], 3–7 (1997).

[3] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 1: «Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 15 Seiten (1990).

[4] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 2: «Bauplanung und Bauausführung», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 69 Seiten (1990).

[5] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 3: «Qualitätssicherung der Bauausführung», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 35 Seiten (1991).

[6] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», Teil 4: «Qualitätssicherung der Bauprodukte», herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 63 Seiten (1992).

[7] *Sasse, H.R.,* «Versiegelungen» in «Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen unter Verwendung von Kunststoffen – Sachstandsbericht», Deutscher Ausschuss für Stahlbeton **443**, 165–173 (1994).

[8] *Schmid, R.P.,* «Erhöhung der Beständigkeit von Zementbeton gegen Frost und Frost/Tausalz durch Tiefenimprägnierung», Bautenschutz + Bausanierung **5** [4], 132–138 (1982).

[9] Merkblatt SIA 2002: Inspektion und Instandsetzung von Bauteilen aus Beton (Ausgabe 1990).

[10] *Hermann, K.,* «Schutz von Betonoberflächen (2): Untergrundvorbereitung», Cementbulletin **65** [9], 3–7 (1997).

[11] IP Bau: «Schutzsysteme im Tief- und Ingenieurbau», herausgegeben vom Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern (1992), 162 Seiten.