

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14140
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Oberflächenschutzsysteme - Allgemein	Version 1.04 01.01.2020
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 1 von 6

1. Wichtigste Grundlagen

- SN EN 1504 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität:
 - Teil 1: Definitionen
 - Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton
 - Teil 9: Allgemeine Grundsätze für die Anwendung von Produkten und Systemen
 - Teil 10: Anwendung von Stoffen und Systemen auf der Baustelle, Qualitätsüberwachung der Ausführung
- SIA Empfehlung 162/5 Erhaltung von Betontragwerken (*ausser Kraft*)
- SIA Norm 269/2 Erhaltung von Tragwerken – Betonbau

2. Allgemeine Grundsätze

Oberflächenschutzsysteme sind nicht gleichwertig zu einer ausreichend dicken und dichten Betonüberdeckung. OS Systeme sollen bei neuen Bauwerken nicht generell als vorbeugender Schutz angewendet werden. OS Systemen dürfen nicht als Massnahme zur Reduktion der Betonüberdeckung bei neuen Bauwerken eingesetzt werden.

Bei Betonoberflächen, die einer andauernden starken Belastung durch die Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind, kann die Dauerhaftigkeit durch die Applikation eines Oberflächenschutzsystems verbessert werden.

Bei der Auswahl eines geeigneten Oberflächenschutzsystems sind insbesondere folgende Kriterien massgebend¹:

- Funktion des Bauteils
- Einwirkungsbereich von Tausalzen
- Mechanische Beanspruchung
- Wasserdampfdurchlässigkeit
- Fähigkeit zur Rissüberbrückung
- Dauerhaftigkeit des OS Systems

Inhibitoren sind zu vermeiden.

3. Begriffe



Hydrophobierende Imprägnierung (H) : Behandlung des Betons zur Herstellung einer Wasser abweisenden Oberfläche. Die Poren und die Kapillaren sind nur ausgekleidet, jedoch nicht gefüllt. Auf der Oberfläche des Betons bildet sich kein Film. Aktive Verbindungen können z.B. Silane, Siloxane oder Lithium sein.



Imprägnierung (I): Behandlung des Betons zur Reduzierung der Oberflächenporosität und zur Verfestigung der Oberfläche. Die Poren und Kapillaren sind teilweise oder vollständig gefüllt. Bindemittel können z.B. organische Polymere sein.

¹ Peter Haardt, Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach, (2009) - Schutz und Instandsetzung, im Regelungsbereich der ZTV-ING

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14140
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Oberflächenschutzsysteme - Allgemein	Version 1.04 01.01.2020
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 2 von 6



Beschichtung (C): Behandlung zur Erstellung einer geschlossenen Schutzschicht auf der Betonoberfläche. Die Dicke beträgt üblicherweise 0.1 bis 5.0 mm. Bindemittel z.B. organische Polymere, Epoxidharz (EP), Polyurethanharz (PUR), Acrylharz (AY), Polymere mit Zement oder Polymerdispersionen mit modifiz. zementösen Massen.

4. Prozess für einen erfolgreichen Betonoberflächenschutz (im Rahmen einer Instandsetzung)

Der Ablauf einer erfolgreichen Projektierung und Ausführung eines Betonoberflächenschutzes sollte die untenstehenden Phasen berücksichtigen:

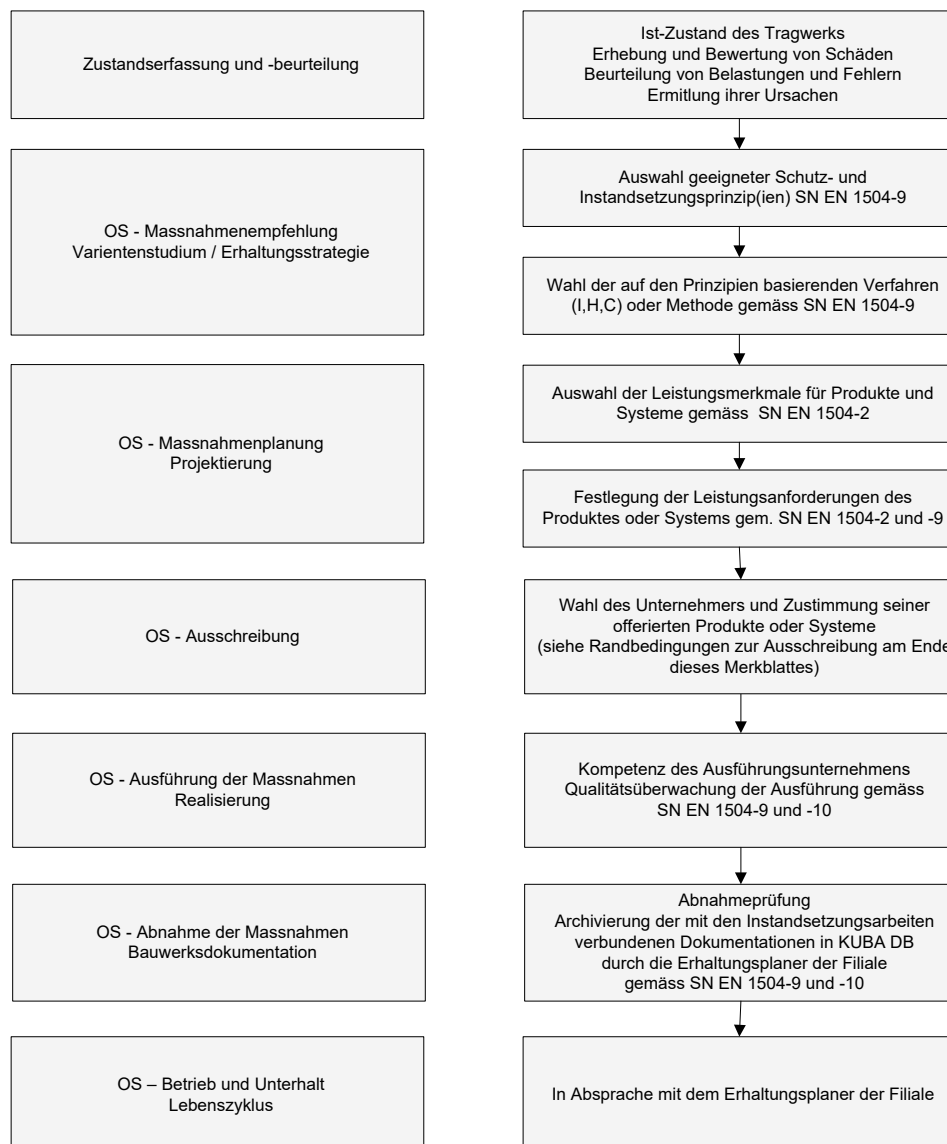


Tabelle 1 - Phasen eines OS-Instandsetzungsprojekts

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14140
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Oberflächenschutzsysteme - Allgemein	Version 1.04 01.01.2020
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 3 von 6

5. Leistungsmerkmale und -anforderungen an OS-Systeme

Die Leistungsmerkmale der gewählten Verfahren hinsichtlich der in SN EN 1504-9 definierten Prinzipien sind in der Tabelle 1 der SN EN 1504-2 angegeben. Die Leistungsanforderungen sind den folgenden Tabellen zu entnehmen:

- Hydrophobierende Imprägnierung (H): SN EN 1504-2, Tabelle 3
- Imprägnierung (I): SN EN 1504-2, Tabelle 4
- Beschichtung (C): SN EN 1504-2, Tabelle 5

6. Grundprinzipien und zugeordnete OS-Verfahren

Die Grundprinzipien und die zugeordnete OS-Verfahren können gemäss SN EN 1504-9 wie folgt zusammengefasst werden:

Grundprinzipien bei Schäden im Beton		Zugeordnete Verfahren		Basisstoffe für Produkte Lösungen, Emulsionen, Dispersio- nen, Pasten
1	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen (Protection against ingress PI) Verhinderung des Eindringens von Korrosion fördernden Stoffen (z. B. Wasser, sonstige Flüssigkeiten, Dampf, Gas, Chemikalien)	1.1	Hydrophobierende Imprägnierung	Silane, Siloxane, Silikone, Lithium
		1.2	Imprägnierung	Organische Polymere, Acrylate, usw.
		1.3	Beschichtung	EP, PUR, AY, Polymerlösungen, usw.
2	Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons (Moisture control MC) Einstellen und Aufrechterhalten der Betonfeuchte innerhalb eines festgelegten Wertebereichs	2.1	Hydrophobierende Imprägnierung	Silane, Siloxane, Silikone, Lithium
		2.2	Imprägnierung	Organische Polymere, usw.
		2.3	Beschichtung	EP, PUR, AY, Polymerlösungen, usw.
5	Erhöhung der physikalischen Widerstandsfähigkeit (Increasing physical resistance PR) Erhöhen des Widerstands gegen physikalischen oder mechanischen Angriff	5.1	Beschichtung	EP, PUR, AY, Polymerlösungen, usw.
		5.2	Imprägnierung	Organische Polymere, usw.
6	Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien (Resistance to chemicals RC) Erhöhen des Widerstands gegen chemischen Angriff	6.1	Beschichtung	EP, PUR, AY, Polymerlösungen, usw.
		6.2	Imprägnierung	Organische Polymere, usw.
8	Erhöhung des elektrischen Widerstandes (Increasing resistivity IR) Erhöhen der elektrischen Widerstandsfähigkeit des Betons	8.1	Hydrophobierende Imprägnierung	Silane, Siloxane, Silikone, Lithium
		8.2	Imprägnierung	Organische Polymere, usw.
		8.3	Beschichtung	EP, PUR, AY, Polymerlösungen, usw.

Tabelle 2 - Grundprinzipien und zugeordnete OS – Systeme (H, I, C)

Angeführt sind nur die Prinzipien und die zutreffenden OS-Verfahren. Die Leistungsmerkmale und die Anforderungen an die Produkte und Systeme sind anhand der SN EN 1504-2 und -10 auszuwählen bzw. festzulegen.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14140
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Oberflächenschutzsysteme - Allgemein	Version 1.04 01.01.2020
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 4 von 6

7. Vergleich der heute und früher angewendeten Normen

Die untenstehende Tabelle zeigt einen Vergleich typischer Anwendungen gemäss der SN EN 1504-2 (und damit auch SIA 269/2) und der SIA 162/5 bzw. RiLi DAfStB ².

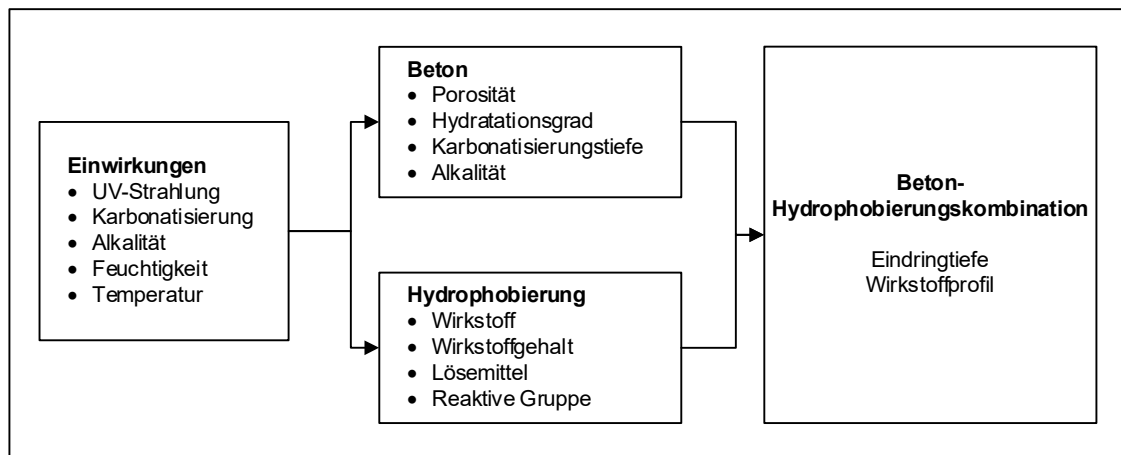
Verfahren/ Anwendung	Exposition / Einwirkungen / Risse Verfahren	Bisherige Bezeichnung nach RiLi DAfStB bzw. SIA 162/5
Hydrophobierende Imprägnierung (H)	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: keine Chlorideinwirkung Risse: bis 0.2 mm Rissbreite Verfahren: 1.1, 2.1 und 8.1	OS 1 Hydrophobierung für bedingten Feuch- teschutz bei vertikalen und geneigten, frei bewitterten Betonbauteilen.
Imprägnierung (I)	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: keine Chlorideinwirkung Risse: bis 0.2 mm Rissbreite Verfahren: 1.2, 2.2, 5.2 6.2 und 8.2	OS 2 Imprägnierung für bedingten Feuchte- schutz bei vertikalen und geneigten frei bewitterten Betonbauteilen.
Beschichtung (C) mit erhöhter Dichtheit	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: keine Chlorideinwirkung bis Sprühbereich (mit Aus- gleichsspachtelung) Risse: bis 0.2 mm Rissbreite Verfahren: 1.3, 2.3 und 8.3	OS 2 und OS 4 Beschichtung (mit/ohne Ausgleichs- spachtelung) mit erhöhter Dichtigkeit für nicht begeh- und befahrbare Flä- chen. Für frei bewitterte Betonbauteile (guter Abfluss gewährleistet) auch im Sprühbereich von Tausalzen, wenn Untergrund rissfrei ist.
Beschichtung (C) mit geringer Rissüberbrü- ckung	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: Sprühbereich Risse: oberflächennahe Risse Verfahren: 1.3, 2.3 und 8.3	OS 5a und 5b Beschichtung mit geringer Rissüber- brückungsfähigkeit für nicht begeh- und befahrbare Flächen. Für frei bewit- terte Betonbauteile mit oberflächen- nahen Rissen auch im Sprühbereich von Tausalzen.
Beschichtung (C) mit erhöhter Rissüberbrü- ckung	Exposition frei bewittert, geneigt, nicht begeh- und befahrbar Chlorid, ...: Spritz- und Sprühbereich Risse: oberflächennahe und /oder Trennrisse Verfahren: 8.3	OS 9 Beschichtung mit erhöhter Rissüber- brückungsfähigkeit für nicht begeh- und befahrbare Flächen. Für frei bewit- terte Betonbauteile mit oberflächen- nahen Rissen und/oder Trennrissen auch im Sprüh- und Spritzbereich von Tausalzen.
Beschichtung (C) mit mechanischer bzw. chemischer Wider- standsfähigkeit	Exposition befahrbar, mechanisch stark belastete Flächen Chlorid, ...: chemische Einwirkungen Risse: bis 0.2 mm Rissbreite Verfahren: 5.1 und 6.13	OS 8 Chemisch widerstandsfähige Be- schichtung für befahrbare, mechanisch stark belastete Flächen.
Beschichtung (C) mit erhöhter statischer Rissüberbrückung und mechanischer bzw. chemischer Wider- standsfähigkeit	Exposition planmässige mechanische Beanspruchung Chlorid,...: Spritz- und Sprühbereich Risse: oberflächennahe und/oder Trennrisse Verfahren: 5.1 und 6.1	OS 13 Beschichtung mit nicht dynamischer Rissüberbrückungsfähigkeit für begeh- und befahrbare, mechanisch belastete Flächen.
Beschichtung (C) mit erhöhter dynamischer Rissüberbrückungsfä- higkeit und mechani- scher bzw. chemischer Widerstandsfähigkeit.	Exposition planmässige mechanische Beanspruchung Chlorid, ..: Spritz- und Sprühbereich Risse: oberflächennahe und/oder Trennrisse Verfahren: 5.1 und 6.1	OS 11 Beschichtung mit erhöhter dynami- scher Rissüberbrückungsfähigkeit für begeh- und befahrbare, mechanisch belastete Flächen.

² Steiger A., (2008) : Betoninstandsetzungen im Baualltag und Konsequenzen der Normenreihe SN EN 1504 auf Auftragsabwicklungen in der CH: Oberflächenschutz für Beton: Definierte anwendungsorientierte Leistungsmerkmale, Anforderungen und Konformität,

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14140
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Oberflächenschutzsysteme - Allgemein	Version 1.04 01.01.2020
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 5 von 6

8. Hydrophobierungen (H) auf Betonoberflächen

Einflussfaktoren auf die Dauerhaftigkeit von Hydrophobierungen auf Betonoberflächen können wie folgt dargestellt werden:



Besondere Beachtung ist an die Feuchtigkeit des Betons und an die Luftfeuchtigkeit zu schenken; diese sollten immer vor der Hydrophobierung kontrolliert werden. Die Messung erfolgt mit einem elektrischen Feuchtemessgerät. Die Messung kann somit zerstörungsfrei durchgeführt werden. Die Betonfeuchte wird in den ersten 4 cm Tiefe gemessen (Lage der Bewehrung).

Die wichtigsten Parameter für eine erfolgreiche Hydrophobierung sind:

- Betonfeuchte : von 1,5 % bis 3,0 %
- Objekttemperatur: von 8°C bis 25°C
- Luftfeuchtigkeit: max.75 %

Über 75% Luftfeuchtigkeit sollten keine Applikationen durchgeführt werden.

In Rahmen der Forschungsarbeiten ³ wurde eine begrenzte Anzahl von Einflussfaktoren untersucht. Die Ergebnisse lassen zurzeit erkennen, dass infolge eines hohen Wirkstoffgehaltes in Kombination mit einer hohen Eindringtiefe eine gute Stabilität gegenüber UV-Strahlung erreicht werden kann.

Es sollten möglichst VOC-arme Imprägnierungen eingesetzt werden (VOC: *volatile organic compounds*, flüchtige organische Verbindungen). Der Auftrag der hydrophobierenden Imprägnierung mittels Bürsten und Rollen gegenüber der Spritzanwendung ist zu bevorzugen, um VOC-Emissionen zu vermindern.

³ T. Büttner, M. Raupach – Institut für Bauforschung, RTW Aachen, Deutschland – Hydrophobierungen auf Betonoberflächen – Dauerhaftigkeitsbetrachtungen und zerstörungsfreie Prüfung (2009)

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14140
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Oberflächenschutzsysteme - Allgemein	Version 1.04 01.01.2020
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 6 von 6

9. Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität

Die SN EN 1504-8 legt die Qualitätskontrolle, die Beurteilung der Konformität (Erstprüfung), die CE-Markierung und -Beschriftung der Produkte und Systeme fest.

Für die Konformitätszertifizierung 2+ (gem. SN EN 1504-2) der Betoninstandsetzungs- und Betonschutzprodukte müssen mindestens folgende Kriterien erfüllt sein:

Aufgaben	
Hersteller	Werkseigene Produktionskontrolle
	Erstprüfung
Zertifizierungsstelle	Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrollen
	Laufende Überwachung, Bewertung und Genehmigung der werkseigenen Produktionskontrollen

Der Hersteller hat die Pflicht, eine Konformitätserklärung auszustellen und die **CE-Kennzeichnung** auf der Verpackung usw. anzubringen.

10. Submission der OS-Systeme

Folgende Aspekte und Prinzipien sind bei der Ausschreibung eines erfolgreichen Oberflächenschutzes ganz klar festzulegen bzw. anzumerken:

- OS-Systeme dürfen nicht produktspezifisch sein
- Schutzprinzipien müssen eindeutig festgelegt werden
- Leistungsmerkmale und -anforderungen gemäss SN EN 1504-2
- Exposition, Einwirkungen, Risse, klimatische Randbedingungen
- Beschreibung des Untergrundes. Beschreibung der geforderten Untergrundvorbereitungen (z.B. Reinigungsmassnahme, Schutz vor direkter Bewitterung).
- Angabe der vorhandenen oder noch zu erwartenden maximalen Rissbreiten
- Qualitätsüberwachung der Ausführung zielorientiert definieren und strikt umsetzen, Kontrollplan minutiös erarbeiten und genehmigen (s. SN EN 1504-10)
- Atteste und Referenzen einfordern
- Festlegung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten.

Es darf nur ausgebildetes Personal eingesetzt werden und alle Vorschriften für Personenschutz und Arbeitssicherheit der SUVA und der Produkthersteller sowie die geltenden Umweltschutzvorschriften sind strikt einzuhalten.