

Schutz und Instandsetzung von Tunnelbauwerken

Systemlösungen im Überblick

Betoninstandsetzung



Tunnel

Strassentunnel spielen eine überaus wichtige Rolle in unserer Infrastruktur. Sie schützen aber nicht nur Anwohner vor Lärm sondern müssen selber auch geschützt werden, damit sie langlebig sind, die Verkehrssicherheit erhöhen und die Umwelt schonen.

Titelbild:

Scheibengipfeltunnel, Reutlingen, DE

Produkte: StoCretec TF 204, StoPox TU 100

Foto: Isabell Munck, Leinfelden-Echterdingen

Bei den nachfolgend in der Broschüre enthaltenen Angaben, Abbildungen, generellen technischen Aussagen und Zeichnungen ist darauf hinzuweisen, dass es sich hier nur um allgemeine Mustervorschläge und Details handelt, die diese Funktionsweise darstellen. Es ist keine Massgenauigkeit gegeben. Anwendbarkeit und Vollständigkeit sind vom Verarbeiter/Kunden beim jeweiligen Bauvorhaben eigenverantwortlich zu prüfen. Angrenzende Gewerke sind nur schematisch dargestellt. Alle Vorgaben und Angaben sind auf die örtlichen Gegebenheiten anzupassen bzw. abzustimmen und stellen keine Wert-, Detail- oder Montageplanung dar. Die jeweiligen technischen Vorgaben und Angaben zu den Produkten in den Technischen Merkblättern und Systembeschreibungen/Zulassungen sind zwingend zu beachten.

Inhalt

Systemlösungen

04 Schutz und Instandsetzung von Tunnelbauwerken

Wirtschaftliche, dauerhafte und umweltschonende Lösungen

06 Regelwerk setzt hohe Anforderungen

Schutz der Bausubstanz und Verkehrssicherheit im Fokus

08 Innovative Tunnelbeschichtung setzt neue Massstäbe

Hervorragende Reinigungsfähigkeit und geringe Verschmutzungsneigung bescheinigt

09 Premium-Tunnelbeschichtung für mineralische Untergründe

PCC + wässriges Epoxidharz
StoConcrete Protect Prime TU 100

10 Standard-Tunnelbeschichtung für mineralische Untergründe

Hydrophobierung + wässriges Epoxidharz
StoConcrete Protect Classic TU 100

11 Tunnelbeschichtung für Neubau oder tragfähige Altbeschichtungen

Wässriges Epoxidharz-Spachtelsystem für schnelle Instandsetzung + wässriges Epoxidharz
StoConcrete Protect Reno TU 100

12 Betoninstandsetzung und Hydrophobierung

13 Tunnelreferenzen

Schutz und Instandsetzung von Tunnelbauwerken

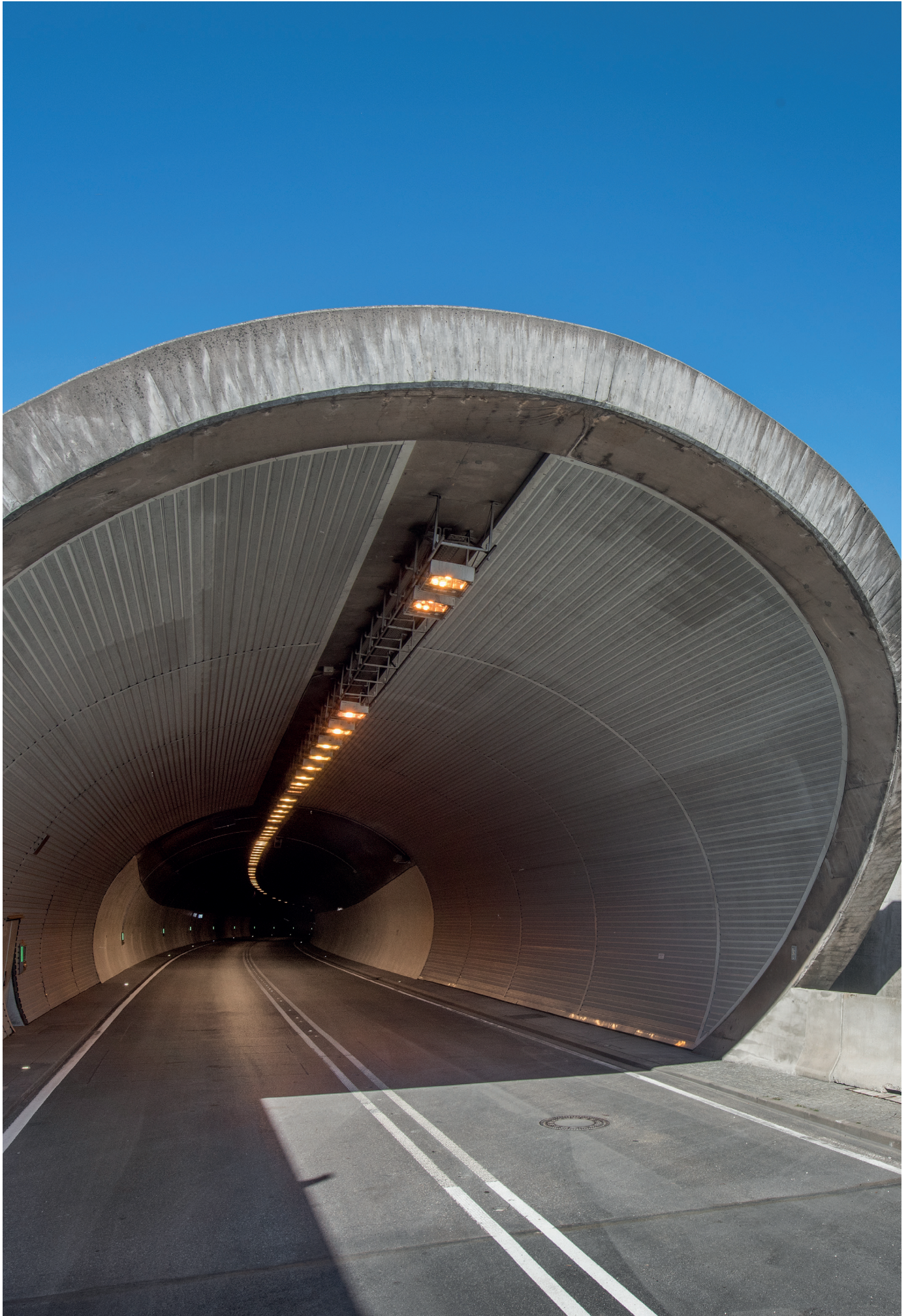
Wirtschaftliche, dauerhafte und umweltschonende Lösungen

Strassentunnel spielen eine überaus wichtige Rolle für unser modernes Infrastruktursystem. Sie werden wenig beachtet, solange sie problemlos funktionieren. Für Aufsehen sorgen sie, sobald sie für Sanierungsarbeiten gesperrt werden, oder ein Tunnelunglück Schlagzeilen macht.

Wir haben es uns zur Aufgabe gesetzt, Tunnelbauwerke mit fortschrittlichen Beschichtungssystemen dauerhaft instandzusetzen und zu schützen. Gleichzeitig sollen diese Systeme die Unterhaltungskosten im Hinblick auf Wartung und Reinigung reduzieren, die Verkehrssicherheit erhöhen und die Umwelt schonen.

Die folgenden Seiten geben Einblick in Regelwerke für den Tunnelbau und zeigen diverse Systemlösungen für Tunneloberflächen auf. Die auf Anfrage erhältlichen Prüfberichte belegen die Funktionsfähigkeit und Qualität der vorgestellten Beschichtungssysteme. Ausgewählte Referenzen bestätigen unsere langjährigen Erfahrungen im Bereich Tunnel.

**Ursulabergtunnel,
Pfullingen, DE**
Sto-Kompetenzen:
Instandsetzung mit
StoPox TU 100



Regelwerk setzt hohe Anforderungen

Schutz der Bausubstanz und Verkehrssicherheit im Fokus

Die Anforderungen an Beschichtungssysteme für den Tunnelbau sind im ASTRA Fachhandbuch Tunnel/Geotechnik, (FHB T/G) Technisches Merkblatt Bauteile, Ausbau-24 001-10303 Tunnelbeschichtungssysteme und Farbgebung geregelt.

Beschichtungssysteme für Tunneloberflächen müssen sowohl eine Schutzfunktion als auch sicherheitstechnische Aspekte erfüllen. Der Stahlbeton ist vor Emissionen, aggressiven Flüssigkeiten und Salzen sowie Temperatureinflüssen zu schützen. Aber auch vor normalem Verschleiss, wie beispielsweise durch die regelmässige Reinigung. Für die Verkehrssicherheit werden zusätzliche Anforderungen an die Beschichtung gestellt.

Baustoffe

- Für die Betonbauteile gelten in erster Linie die Normen SIA 198, SIA 262, SIA 269/2, die SN EN 206-1:2000 Beton sowie die Merkblätter des Fachhandbuchs Kunstbauten (FHB K).
- Die Definition der Betonsorten muss aufgrund der spezifischen Anforderungen an den Widerstand der einzelnen Tunnelbauteile gegen korrosive Einwirkungen erfolgen, hauptsächlich gegen
 - den chemischen Angriff durch Gebirgswässer, z. B. sulfathaltige Wässer mit der Folge von Thumasit-, Ettringit- oder Gipsbildung (XA),
 - die gegebenenfalls durch die Tunnelatmosphäre verstärkte Karbonatisierung (XC),
 - den Angriff durch Salze, z. B. in den Beton eindringendes Chlorid aus Streusalz (XD),
 - die Frost- und Frost-Tausalzeinwirkung (XF).
- Die Anforderungen an die Expositionsklassen variieren zum einen zwischen dem Portalbereich und restlichen inneren Tunnelabschnitt und zum anderen zwischen dem Gewölbebeton (Innenring, Innengewölbe) und sind deshalb vom Projektverfasser zu bestimmen und in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten (siehe dazu auch ASTRA Richtlinie 12 001 »Projektierung und Ausführung

von Kunstbauten der Nationalstrassen«).

- Ab Bankett bis mindestens 2 m Höhe sind die Lunker und Poren mit einem Systemspachtel zu verschliessen.
- Die Tunnelbeschichtung ist ab OK Bankett mindestens 4 m hoch auszuführen. Darüber ist der Beton des Innenrings bzw. der Zwischendecke mit einer hydrophobierenden Imprägnierung zu behandeln.

Die Anforderungen an die Beschichtung sind im Merkblatt 24 001-10303 Anhang 2 definiert:

- Gitterschnittprüfung, Messung an beschichteten Betonproben MC (0,40) nach EN 1766-Gitterschnittwert: $\leq GT 1$ nach EN ISO 2409
- Haftfestigkeit $> 1.5 \text{ N/m}^2$ nach SN EN 1542
- Schichtdicke: $> 100 \mu\text{m}$
- CO_2 -Durchlässigkeit nach EN 1062-6 gemäss EN 1504-2, NA.3 CO_2 -durchlässigkeit SD $> 50 \text{ m}$
- Wasserdampfdurchlässigkeit nach EN ISO 7783-1/2 gemäss EN 1504-2, NA.3 Klasse I: SD $< 5 \text{ m}$ (wasserdampfdurchlässig)
- Kapillare Wasseraufnahme und Wasserdurchlässigkeit w nach EN 1062-3 gemäss EN 1504-2, NA.3 W $< 0.1 \text{ kg/m}^2 \text{ h}^{0.5}$
- Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit gemäss EN 13687-1 nach Temperaturwechselbeanspruchung: keine Blasen, keine Risse, kein Abblättern. Haftung $\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$ (mind. 0.7 N/mm^2)
- Glanzgrad der Beschichtung gemäss EN ISO 2813: G2 (mittlerer Glanz), Messwinkel 60° , $30 \leq GE \leq 60$ (GE: Glanzeinheiten). Diese muss hell sein, darf jedoch nicht spiegeln bzw. glänzen. Zusätzlich soll die Sicherheit durch den hellen Farbton RAL 9010 (reinweiss) erhöht werden.

- Künstliche Bewitterung nach EN 1062-11 über 2'000 h. Keine Blasen, keine Risse, kein Abblättern.
- Brandverhalten nach DIN EN 13501-1: B – s1 – d0 – schwerentflammbar. Die Entflammbarkeitsprüfung stellt sicher, dass die Beschichtung bei Tunnelbränden keine Brandlast darstellt.

Für eine effiziente, wirtschaftliche und ökologische Reinigung sind folgende Parameter wichtig:

- Leichte Reinigungsfähigkeit gemäss DIN EN ISO 11998. Die Reinigungsfähigkeit sagt aus, wie leicht eine Beschichtung gereinigt werden kann. Zudem wird die Notwendigkeit chemischer Reinigungsmittel erhoben.
- Geringe Verschmutzungsneigung. Die Verschmutzungsneigung gibt an, wie schnell eine Beschichtung bei Tunnelbetrieb verschmutzt. Dies beeinflusst die Anzahl der Reinigungsintervalle.



Innovative Tunnelbeschichtung setzt neue Massstäbe

Hervorragende Reinigungsfähigkeit und geringe Verschmutzungsneigung bescheinigt

Die innovative Beschichtung StoPox TU 100 sorgt durch ihre helle, nicht spiegelnde Oberfläche für mehr Sicherheit im Tunnel. Sie verfügt über optimierte Oberflächeneigenschaften, die eine hervorragende Reinigungsfähigkeit (Bestnote gemäss EN 11998) und eine sehr geringe Verschmutzungsneigung bewirken. Die Beschichtung kann auch im Innenbereich oder in Reinnäumen eingesetzt werden.

Das wässrige Epoxidharz verlängert damit die Reinigungsintervalle und reduziert Tunnelsperrzeiten. Der Wasserverbrauch pro Reinigungseinsatz sinkt. Ohne die Notwendigkeit chemischer Reinigungsmittel leistet StoPox TU 100 zudem einen Beitrag zum Schutz der Umwelt.

Das Beschichtungssystem ist mechanisch sehr widerstandsfähig, kohlendioxidsperrend und wasserdampfdurchlässig. Es schützt die Bausubstanz dauerhaft vor Abgasen und wasserlöslichen Schadstoffen. Die Beständigkeit gegen Treibstoffe (EN 13529) wurde StoPox TU 100 ebenfalls

bescheinigt. Ferner erfüllt das Tunnelsystem die Klasse B1 (schwerentflammbar).

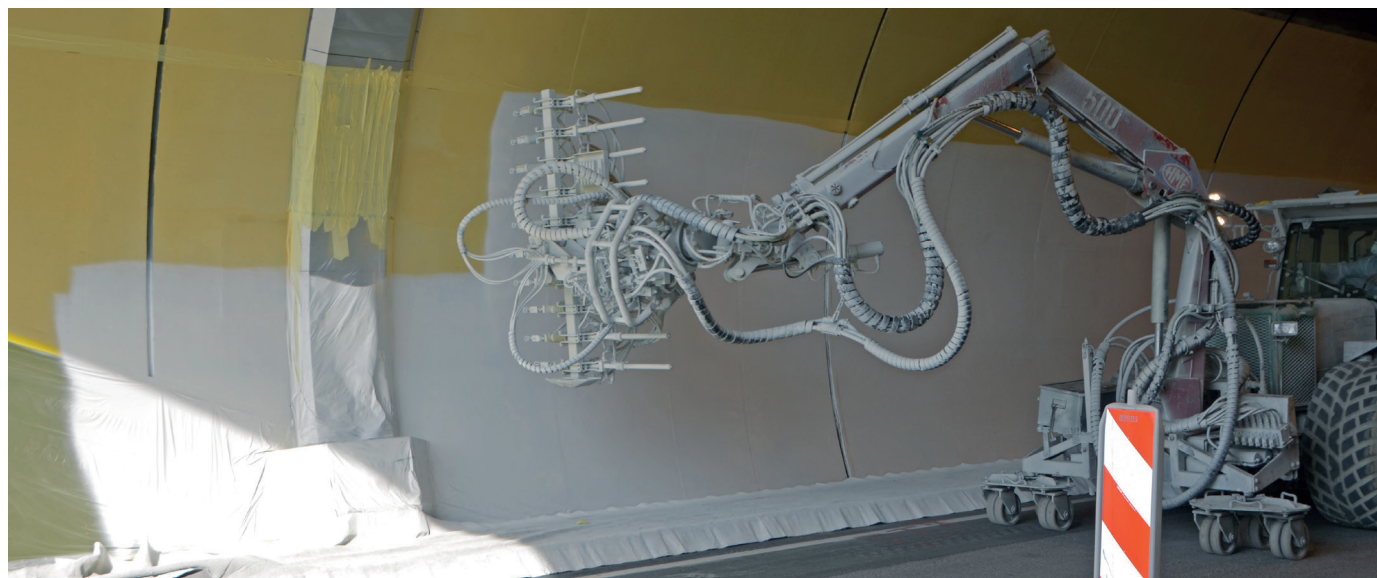
Beste Ergebnisse im Wettbewerbsvergleich

StoPox TU 100 kommt in verschiedenen Systemvarianten – mit und ohne mineralischem Feinspachtel – im Neubau und in der Instandsetzung – zum Einsatz. Für tragfähige und verträgliche Altbeschichtungen wurde eine weitere Systemvariante entwickelt. Hierbei entfällt ein kosten- und zeitaufwendiges Abtragen alter Beschichtungen.

Im Vergleich zu anderen Tunnelbeschichtungen erreichte StoPox TU 100 die besten Ergebnisse hinsichtlich Reinigungsfähigkeit, Verschmutzungsneigung und mechanischer Widerstandsfähigkeit*. Der Einsatz in diversen Tunneln bestätigte zudem die hervorragenden Eigenschaften am realen Objekt.

* Testergebnisse siehe Prüfbericht der unabhängigen akkreditierten Materialprüfanstalt Hartl GmbH, Wolkersdorf - A unter www.stoag.ch/broschueren oder über den für Sie zuständigen Sto-Ansprechpartner.

Hagenwaldtunnel,
Waldkirch DE



Premium-Tunnelbeschichtung für mineralische Untergründe

StoConcrete Protect Prime TU 100

Eigenschaften von StoCrete TF 300 grau grob und StoCrete TF 300 weiss fein:

- Entspricht EN 1504-3, Druckfestigkeit Klasse R3
- Spannungsarm
- Fremdüberwacht
- Frost-/Tausalzbeständig
- Sehr gute Verarbeitungseigenschaften
- Materialauftrag manuell oder im Nassspritzverfahren
- Astra FHB T/G
- Sehr hohe Frost-/Tausalzbeständigkeiten BE II FT für Tunnel und Objekte mit erhöhter Dauerhaftigkeit

Eigenschaften des Systems:

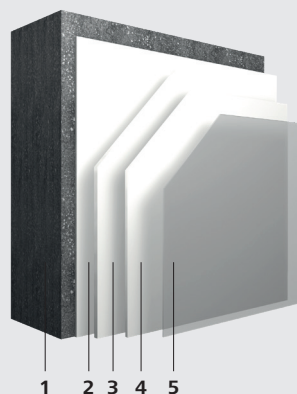
- Zementbasierte Egalisierung des Untergrundes Astra-konform
- Entspricht EN 1504-2
- Entspricht dem technischen Merkblatt des ASTRA's Bauteile Ausbau-24 001-10303 Tunnelbeschichtungssysteme und Farbgebung
- Sehr gute Reinigungsfähigkeit
- Geringe Verschmutzungsneigung
- Hohe mechanische Widerstandsfähigkeit
- Verhindert dauerhaft das Eindringen von Wasser und in Wasser gelösten Schadstoffen
- Geringe Kohlendioxiddurchlässigkeit (Sd-Wert > 50 m)
- Gute Wasserdampfdurchlässigkeit (Sd-Wert Wasserdampf < 5 m)
- Glanzgrad nach DIN EN ISO 2813 G2 (mittlerer Glanz)
- Manuell oder maschinell zu verarbeiten
- Lösemittelfrei – Ultra High Solid
- StoPox TU 100 und StoPur WV 60 als Anti-Graffiti-System geprüft

Systemaufbau OS Oberflächenschutz 4

Arbeitsgang	Produktname	Produktbeschreibung
Kratz- und Lunkerspachtelung	StoCrete TF 300 grau grob	Mineralischer 2-K-PCC-Feinspachtel
Finishspachtel	StoCrete TF 300 weiss fein	Mineralischer 2-K-PCC-Feinspachtel
Deckbeschichtung in 2 Lagen	StoPox TU 100	Wässrige Epoxidharz-Beschichtung
Optional	StoPur WV 60	Wässrige Polyurethanversiegelung

System

Aufbau



- 1 — Beton / Tunnelinnenschale
- 2 — Mineralischer PCC-Feinspachtel
StoCrete TF 300 grau grob
- 3 — Mineralischer PCC-Finishspachtel
StoCrete TF 300 weiss fein
- 4 — Wässrige Epoxidharz-Beschichtung
StoPox TU 100 in zwei Lagen
- 5 — Optional als UV-Schutz Wässrige
2K-PUR Beschichtung StoPur WV 60

Standard-Tunnelbeschichtung für mineralische Untergründe

StoConcrete Protect Classic TU 100

Eigenschaften des Systems:

- Hydrophobierung und Oberflächenschutz (Astra-konform) ohne Egalisierungspachtelung
- Entspricht EN 1504-2
- Entspricht dem technischen Merkblatt des ASTRA's Bauteile Ausbau-24 001-10303 Tunnelbeschichtungssysteme und Farbgebung
- Sehr gute Reinigungsfähigkeit
- Geringe Verschmutzungsneigung
- Hohe mechanische Widerstandsfähigkeit
- Verhindert dauerhaft das Eindringen von Wasser und in Wasser gelösten Schadstoffen
- Geringe Kohlendioxiddurchlässigkeit (Sd-Wert > 50 m)
- Gute Wasserdampfdurchlässigkeit (Sd-Wert Wasserdampf < 5 m)
- Glanzgrad nach EN ISO 2813 G2 (mittlerer Glanz)
- Gutes Standvermögen
- Geringe Wartezeit zwischen den Arbeitsgängen
- Manuell oder maschinell zu verarbeiten
- Lösemittelfrei - Ultra High Solid
- StoPox TU 100 und StoPur WV 60 als Anti-Graffiti-System geprüft

Systemaufbau OS 2

Arbeitsgang	Produktname	Produktbeschreibung
Optional	StoCryl HG 200 StoCryl HC 100 StoCryl HP 200	Hydrophobierende Imprägnierung
Deckbeschichtung in 2 Lagen	StoPox TU 100	Wässrige Epoxidharz-Beschichtung
Optional	StoPur WV 60	Wässrige Polyurethanversiegelung

System

Aufbau



- 1 — Beton/Tunnelinnenschale
- 2 — StoCryl HG 200, StoCryl HC 100 oder StoCryl HP 200
- 3 — StoPox TU 100 in zwei Lagen
- 4 — Optional: StoPur WV 60

Tunnelbeschichtung für Neubau oder tragfähige Altbeschichtungen

StoConcrete Protect Reno TU 100

Eigenschaften von StoPox WB 50:

- Überarbeitung von tragfähigen Altbeschichtungen
- Unempfindlich gegenüber Zugluft
- Keine Nachbehandlung notwendig
- Schnelle Überarbeitung
- Manuell oder maschinell zu verarbeiten

Eigenschaften des Systems:

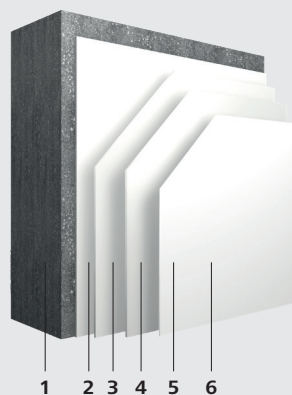
- Egalisierung und partielle Reprofilierung mit wässrigem Epoxidspachtel
- Entspricht EN 1504-2
- Sehr gute Reinigungsfähigkeit
- Geringe Verschmutzungsneigung
- Hohe mechanische Widerstandsfähigkeit
- Verhindert dauerhaft das Eindringen von Wasser und in Wasser gelösten Schadstoffen
- Geringe Kohlendioxiddurchlässigkeit (Sd-Wert > 50 m)
- Gute Wasserdampfdurchlässigkeit (Sd-Wert Wasserdampf < 5 m)
- Glanzgrad nach EN ISO 2813 G2 (mittlerer Glanz)
- Gutes Standvermögen
- Geringe Wartezeit zwischen den Arbeitsschritten
- Manuell oder maschinell zu verarbeiten
- Keine Nachbehandlung notwendig
- Lösemittelfrei - Ultra High Solid
- StoPox TU 100 und StoPur WV 60 als Anti-Graffiti-System geprüft

Systemaufbau

Arbeitsschritt	Produktname	Produktbeschreibung
Optional: Partielle Reprofilierung	StoPox WB 50	Wässriger Epoxidharz-Spachtel
Optional: Grundierung	StoPox WG 100	Wässrige Epoxidharz-Grundierung
Optional: Flächiger Poren- und Lunkerverschluss	StoPox WB 50	Wässriger Epoxidharz-Spachtel
Deckbeschichtung in 2 Lagen	StoPox TU 100	Wässrige Epoxidharz-Beschichtung
Optional	StoPur WV 60	Wässrige Polyurethanversiegelung

System

Aufbau



- 1 — Beton/Tunnelinnenschale mit tragfähiger Altbeschichtung
- 2 — Optional: **StoPox WB 50**
- 3 — Optional: **StoPox WG 100**
- 4 — **StoPox WB 50**
- 5 — **StoPox TU 100 in zwei Lagen**
- 6 — Optional: **StoPur WV 60**

Betoninstandsetzung und Hydrophobierung

Vorgängige Betoninstandsetzung (Rissinjektion, Dichtbänder, Reprofilierung)

Arbeitsgang	Produktname
Korrosionsschutz	StoCrete TK StoCrete BE Haftbrücke
Optional: Haftbrücke	StoCrete TH 200 StoCrete TH 250 StoCrete BE Haftbrücke
Reprofiliermörtel oder vollflächig	StoCrete TS 203 StoCrete TS 250
Alternativ: Feinspachtel	StoCrete TF 200 StoCrete TF 204 StoCrete TF 250
Dichtbänder	StoSeal D 101 StoSeal D 102 StoPox SK 41
Rissinjektion	StoJet-Produkte

Hydrophobierung oberhalb des Beschichtungssystems an vertikalen Flächen und Überkopf

Produkt	Konsistenz	Produktbeschreibung
StoCryl HP 200	flüssig	• Hohe Eindringtiefe • Wirkstoff wie StoCryl HG 200 • Nicht thixotropiert
StoCryl HC 100	Creme	• Hohe Eindringtiefe • Bis 0.4 kg/m² in 1. Arbeitsgang
StoCryl HG 200	Gel	• Max. Eindringtiefe und Wirkstoffeintrag • Maschinell bis 1.0 kg/m² in 1. Arbeitsgang • Stoppt Carbonatisierung u. Chloridfront • Einsetzbar bei AAR Schäden • Lange Kontaktzeit, da geringe Verdunstung

System

Aufbau



- 1 — Beton/Tunnelinnenschale nach Untergrundvorbereitung
- 2 — Korrosionsschutz
- 3 — Optional: Haftbrücke
- 4 — Reprofilierung partiell oder vollflächig
- 5 — Feinspachtel

Aufbau



- 1 — Beton/Tunnelinnenschale nach Reinigung
- 2 — Hydrophobierung

Tunnelreferenzen



Gubrist Tunnel, Neubau 3. Röhre, Regensdorf CH

Bauherr: Bundesamt für Strassen ASTRA

Ausführung: Trauffer Bautenschutz AG

Sto-Kompetenzen: Oberflächenschutz Neubau mit
StoPox WB 50 und StoPox TU 100

Tunnelreferenzen



**A5/N5 Umfahrung Biel Westast, Tunnel
Weidteile, Röhre Bern Ost, CH**
Richtungstrennte Tunnelröhre mit zwei
Fahrspuren, erstellt im Tagebau.

Musterfläche ca. 200m² im Bereich der Fahrbahn-
trennwand, ca. 50m ab Portal Brüggenmoos.



Tunnel Schindellegi, Schindellegi, CH
 Ausführung: Strabag SE und Trauffer Bautenschutz AG
 Sto-Kompetenzen: Sanierung mit KKS-Einbettung, StoCrete TS 203, StoCrete TF 300 und StoPox TU 100.



Tunnelreferenzen



Ärstatunneln, Stockholm SE

Bauherr: Swedish Transport Administration,
Stockholm SE

Planung: Bostek, Hägersten SE

Ausführung: Trauffer Bautenschutz AG, Samen CH

Sto-Kompetenzen: StoCryl HC 100, StoPox TU 100

Foto: Mikael Ullén, Haninge SE



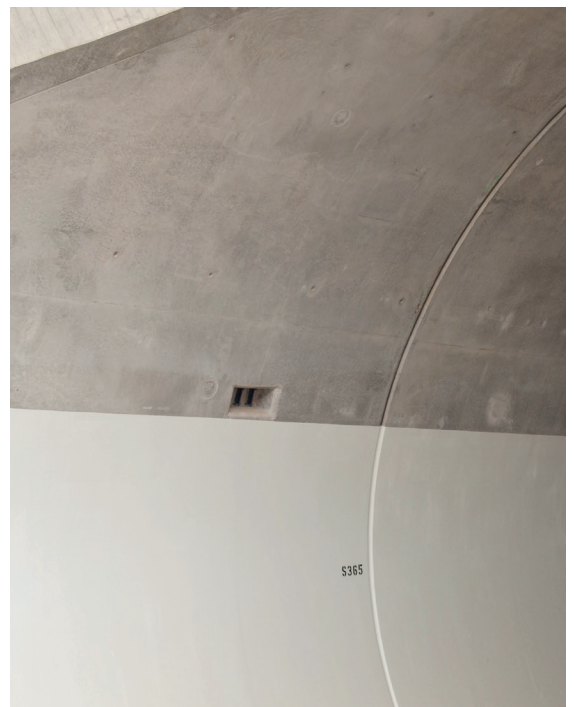
Tunnel Hirschhagen, Helsa DE

Bauherr: Hessen Mobil-Strassen und Verkehrsmanagement, Kassel DE

Ausführung: Baresel Tunnelbau GmbH, Leinfelden-Echterdingen DE und Franz Dietrich GmbH, Baunatal DE

Sto-Kompetenzen: Betoninstandsetzung und Oberflächenschutz mit StoPox TU 100

Foto: StoCretec GmbH, DE



Tunnelreferenzen



Virngrundtunnel A7 bei Ellwangen DE
Sto-Kompetenzen: Betoninstandsetzung und
Oberflächenschutz mit StoPox TU 100

Notizen

Hauptsitz

Sto AG

Südstrasse 14
8172 Niederglatt
Telefon 044 851 53 53
sto.ch@sto.com
www.stoag.ch

Bestellungen

Telefon 044 851 54 00
sto.ch.verkauf@sto.com

Technisches Support Center

Telefon 032 674 41 42
tsc.ch@sto.com

Die Adressen aller unserer
Verkaufsstellen finden Sie
unter **www.stoag.ch**.