



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Chloridschutz bei Parkhäusern und Tiefgaragen

Dipl.-Ing. Norbert Swoboda

Leiter Fachgruppe Sanierung & Instandsetzung

Zertifizierter sachkundiger Planer für Schutz und
Instandsetzung von Betonbauwerken nach DPÜ

2016

- **Problemstellung**
- Normen / Regelwerke
- Systeme zu Beschichtung / Abdichtung / Oberflächenschutz
- Fachfragen
- Juristische Fragen
- Bilddokumentation



Quelle: Broschüre MC Bauchemie

Schäden bei tragenden Stahlbetonbauteilen
(z.B. Stützen, Wände, Decken, Bodenplatten, WU-Bauteile)

1. **Schädigung des Bewehrungsstahls durch Karbonatisierung des Betons**

Schadensbild: Abplatzungen, Rostfahnen, freiliegende Bewehrung, Querschnittsreduzierung



2. **Schädigung des Bewehrungsstahls durch Chlorideinwirkung**

Schadensbild: Lochfraß mit Querschnittsreduzierung am Bewehrungsstahl, ohne sichtbare Schädigung von außen

- **Der Betonstahl muss vor dem Einwirken von Chlorid geschützt werden!**



Anzeichen Lochfraßkorrosion



- Dieses Bild zeigt einen freigelegten Bewehrungsstahl an einer Öffnungsstelle mit Anzeichen von Lochfraßkorrosion (Querschnittsminderung durch chlorid-induzierte Korrosion).

Lochfraßkorrosion



- Dieses Bild zeigt einen Bewehrungsstahl von dem infolge Chloridkorrosion ca. 40 % seines ursprünglichen Querschnittes übrig sind.

Salzausblühungen an einer Stütze



- Dieses Bild zeigt **Salzausblühungen** unmittelbar an der Stütze, aufgrund von Pfützenbildungen an der Stütze.

Lüftungskanal unter undichter Dehnungsfuge



- Dieses Bild verdeutlicht wie aggressiv Chloride in Verbindung mit Wasser und Sauerstoff sogar verzinkten Stahl angreifen oder langsam zersetzen.

Schäden am Betonstahl: Lösungen

1. Vermeidung von Schäden aus Karbonatisierung

Betonqualität, Betondeckung, Anstriche

2. Vermeidung von Schäden aus Chloridbelastung

- Risse müssen vermieden, kurzfristig geschlossen oder flächig überdeckt / abgedichtet werden: Beschichtungen wie OS 8 oder OS 11, bituminöse Abdichtungen, PMMA-basierte Lösungen, Bandagen.
- Ungerissener Beton schützt im Regelfall den Stahl ausreichend dauerhaft (Sonderbauweise), in der Praxis gelingt die Herstellung von ungerissenem Beton i.d.R. allerdings nicht ohne zusätzliche Maßnahmen. Chloridkorrosion ist ein elektrochemischer Prozess, der auch in feinen Rissen $w_k=0,1\text{mm}$ in Abhängigkeit der Randbedingungen mit hohen Abtragsraten verbunden sein kann.
- Planung und Ausführung nicht-tragender Bodenplatten / Betonböden / Verbundsteinpflaster: Lediglich die Sockelbereiche der aufgehenden Bauteile (inkl. Arbeitsfuge zum Fundament) sind zu schützen.

Einflussfaktoren auf Schäden am Betonstahl und Beeinträchtigung der Nutzung durch Pfützen

- **Fluktuation:** der Schneeeintrag hängt vom Fahrzeugwechsel pro Tag und von der Region ab
- **Betonqualität, Betondeckung:** in hochwertigen Beton dringt bei guter Betondeckung das Chlorid in 50 Jahren nicht schadensbringend bis zum Betonstahl
- **Risse:** bei Rissen dringt Chlorid relativ schnell zum Stahl vor; sie müssen sofort geschlossen bzw. flächig beschichtet oder abgedichtet werden; eingedrungenes Chlorid muss je nach Konzentration beseitigt werden;
- **Entwässerung:** steht in direktem Zusammenhang mit Fluktuation, Ebenheit und Gefälle; bei „Wohngaragen“ ist auch das Verdunstungsprinzip a. a. Regel der Technik

Einflussfaktoren auf Schäden am Betonstahl und Beeinträchtigung der Nutzung durch Pfützen

- **Ebenheit:** bei kleiner Fluktuation ist dies ein dominierendes Kriterium; gemäß Irmscher gilt: Wassereintrag bei einem SUV = 35 Liter; entspricht 2,5 mm Wasser am Stellplatz
- **Gefälle:** hat keinen bewiesenen Einfluss auf die Menge des in Risse eindringenden Chlorids; ist wichtig bei hoher Fluktuation und großem Wassereintrag pro Zeit;
- **Wartung:** sehr unterschiedlich bei den verschiedenen Beschichtungssystemen; OS 8: erweiterte Wartung muss bei Neubauten (Schwinden, Relaxation) durchgeführt und juristisch hinsichtlich der Verantwortlichkeit geregelt werden;
- **Beschichtung, Abdichtung:** je nach Beschichtung oder Abdichtung und deren Schutzschicht wird die Schädigung des Stahls bzw. die Pfützenbildung maßgeblich beeinflusst; Beispiel: 2 Lagen Schweißbahn, vollflächig aufgeklebt; grober Splittmastix; geringe Fluktuation: Gefälle nutzlos

- Problemstellung
- **Normen / Regelwerke**
- Systeme zu Beschichtung / Abdichtung / Oberflächenschutz
- Fachfragen
- Juristische Fragen
- Bilddokumentation

- DIN EN 1992-1-1 (EC2): Tabelle 4, Expositionsklassen, Betondruckfestigkeitsklassen, Fußnote b), zusammen mit DAfStb. Heft 600
- Änderung des deutschen nationalen Anhangs zum EC2 (NA/A1:2015-12)
- DIN 1045-1, 2008, zusammen mit DAfStb. Heft 525 (in Verbindung mit DAfStb.-Rili SIB)
- DIN 18195, Bauwerksabdichtungen
insbesondere Teile 5 (nichtdrückendes Wasser), 6 (drückendes Wasser), 9 (Durchdringungen) und 10 (Schutzschichten)
- DIN 18532, Abdichtung von befahrenen Verkehrsflächen aus Beton
Entwurf vom Mai 2016, **im Zuge der Neuordnung der DIN 18195 in mehrere Einzelnormen**
- DIN EN 1504, Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken, **hier insbesondere Teil 2 (Oberflächenschutzsysteme für Beton)**
- DIN V 18026, Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2, gilt zusätzlich zur DIN EN 1504-2, für die Verwendung von Produkten zum Oberflächenschutz

Europäische Produktnorm	CE	Deutsche Restregelung (Systeme/besondere Eigenschaften)	Ü	Deutsche Ausführungsregelung
EN 1504-2 „Oberflächenschutzprodukte“		DIN V 18026 „Oberflächenschutzsysteme“		DAfStb Instandsetzungs- Richtlinie (RL SIB)
EN 1504-3 „Mörtelprodukte“		allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ¹⁾		
EN 1504-5 „Rissfüllstoffe“		DIN V 18028 „Rissfüllstoffe mit besonderen Eigenschaften“		

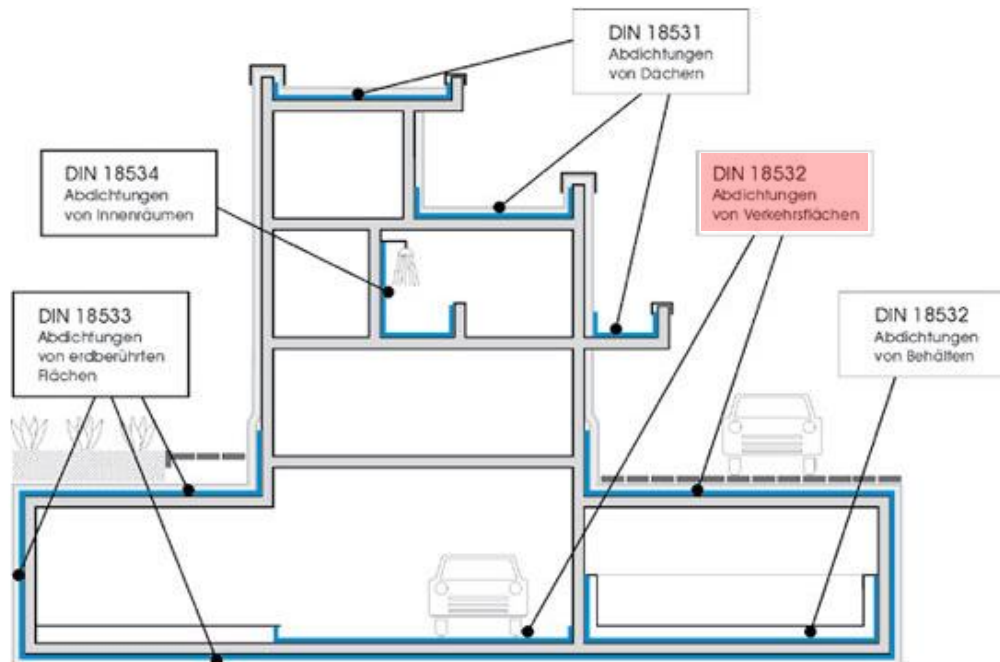
¹⁾ Parallel wird die bisherige abP + ÜZ-Regelung
beibehalten



geregelte Instandsetzungssysteme

Quelle: Informationsschrift der Deutschen Bauchemie

Neuordnung der Abdichtungsnormen



Quelle: Christian Herold/DiBt

Zukünftig werden die bituminösen Bauweisen für befahrene Verkehrsflächen in der DIN 18532 geregelt sein (bisher DIN 18195):

- *Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze*
- *Teil 2: Abdichtung mit einer Lage Polymerbitumenbahn und einer Lage Gussasphalt*
- *Teil 3: Abdichtung mit zwei Lagen Polymerbitumenbahnen*
- *Teil 4: Abdichtung mit einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn*
- *Teil 5: Abdichtung mit einer Lage Polymerbitumenbahn und einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn*
- *Teil 6: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen (z.B. Flüssigkunststoffen, **aber auch OS-Systeme nach Rili-SIB**)*



- DAfStb.-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, 2001 („Rili SIB“)
Neue „Instandhaltungsrichtlinie“ soll spätestens Frühjahr 2017 veröffentlicht werden.
- DBV Merkblatt Parkhäuser und Tiefgaragen, Ausgabe September 2010
Neue Fassung ist in Arbeit, Veröffentlichung steht aus.
Gilt offiziell nicht als allgemein anerkannte Regel der Technik (a.a.R.d.T.), da durch begrenzten Personenkreis mit konkreten Interessen erarbeitet...
- Masterthesis „Praktische Möglichkeiten zum Oberflächenschutz von Parkhäusern und Tiefgaragen vor Chlorideinwirkung“, 2014, HTWG Konstanz, M. Eng. M. Gottschalk
- „Parkhäuser und Tiefgaragen“ – Handbuch und Planungshilfe, Band 1: Grundlagen für die Planung, Dr.-Ing. habil. Ilja Irmischer, DOM publishers Berlin, 2012
- Das Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ des Deutschen Beton- und Bautechnik – Vereins – in Recht umgesetzt für Planer, Unternehmer und Sachverständige, Prof. Dr. Gerd Motzke, 6. März 2013
- Münchner Runde „Tiefgaragenbauwerke und Parkgaragen“, Grundsätze Regelbauweise Neubau, Februar 2013, Zusammenstellung von Empfehlungen eines begrenzten Teilnehmerkreises von Sachverständigen, aus Sicht TÜV SÜD nicht a.a.R.d.T.



Nach Auffassung TÜV SÜD befinden sich folgende Bauteile im Spritzwasserbereich

- Bauteile an denen PKW nahe und mit höherer Geschwindigkeit entlangfahren können (abhängig von Größe und Geometrie der Garage)
- Rampenwände ohne vorgesehtes Schrammbord
- Stützen und Wände entlang von Fahrgassen (v.a. Hauptfahrgassen, in denen mit höheren Tempo gefahren werden kann)
- Bauteile an Gefälletiefpunkten, die durch PKW überfahren werden können

Nach Auffassung TÜV SÜD befinden sich folgende Bauteile nicht im Spritzwasserbereich

- Bauteile abseits der durch PKW befahrenen Bereiche (z.B. Stirnseiten von Stellplätzen)
- Bauteile an Gefällehochpunkten

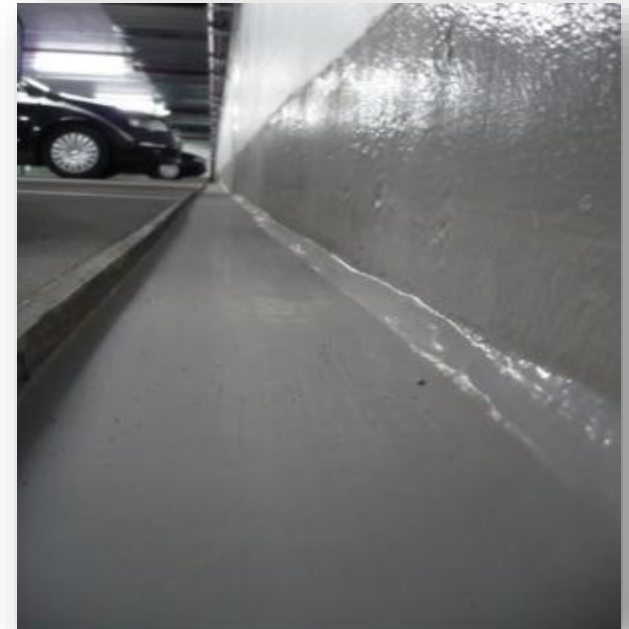
- Einzelrissbehandlung Problem: werden die Risse geschlossen bevor Chlorid eindringt?
- OS 11 Beschichtung: werden in Kurven etc. schnell abgefahren (< 5 Jahre) ;
Lebensdauer ca. 8 – 15 Jahre
- OS 8 Beschichtungen: sind robuster als OS 11; sind starr und können Risse nicht
überbrücken; dies erfordert eine erweiterte Wartung;
es ist vertraglich / juristisch zu regeln wer dies wie, wann tut;
Lebensdauer ca. 15 bis 20 Jahre;
- Flüssigabdichtungen: z.B. OS10 mit PU-Spritzfolie
- Bituminöse Abdichtung: immer vollflächig unterlaufsicher aufzubringen
einlagige Schweißbahn + Gussasphalt
zweilagige Schweißbahn + Schutzschicht (Asphalt, Splittmastix,
Estrich, Pflaster) => Erkenntnisse Masterarbeit
Randhochzug mit Flüssigabdichtung
Lebensdauer >> 30 Jahre
- KKS System: kathodischer Korrosionsschutz; bei Sanierungen im Einzelfall
(Begutachtung), auch ohne zusätzliche Beschichtung

Rote Schrift:

keine Lösungen nach DBV-Merkblatt 2010/09

Im DBV Merkblatt sind nicht alle Varianten abgebildet, die den anerkannten Regeln der Technik entsprechen:

- Bei bituminösen Lösungen ist nur die Variante in Anlehnung an ZTV-ING Teil 7, Abschnitt 1, (1 Lage Schweißbahn + Gussasphalt) abgebildet; DIN 18195 bzw. ZTV-ING, Teil 7, Abschnitt 2 oder 3 wurden „vergessen“.
- Grundlage ist DIN 18195: Eine Abdichtung mit 2 Lagen Schweißbahn entspricht den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.)
Es kann jegliche Art von Schutzschicht nach deren Regel der Technik aufgebracht werden (Zulassung der Schweißbahn muss konform sein).
- Eine Randhochführung mit Flüssigkunststoff entspricht den a.a.R.d.T. Diese Stoffe sind derzeit in DIN 18195 enthalten und für diese Zwecke zugelassen; in der neuen **DIN 18532** kommen diese Stoffe auch in den „Verarbeitungsteil“; Die Lösung ist wesentlich wirtschaftlicher als Bahnhochzüge + Verblechungen!



Bundesanstalt für Straßenwesen

Zusätzliche Technische
Vertragsbedingungen und Richtlinien
für Ingenieurbauten

ZTV-ING

Teil 7
Brückenbeläge

Abschnitt 1
Brückenbeläge auf Beton mit einer
Dichtungsschicht aus einer
Bitumen-Schweißbahn



Anpassung für Parkbauten:
Siehe DBV-Merkblatt,
Variante 3, Schutzschicht
aus Gussasphalt

Bundesanstalt für Straßenwesen

Zusätzliche Technische
Vertragsbedingungen und Richtlinien
für Ingenieurbauten

ZTV-ING

Teil 7
Brückenbeläge

Abschnitt 2
Brückenbeläge auf Beton mit einer
Dichtungsschicht aus zwei
Bitumen-Schweißbahnen



Nicht ins aktuelle DBV-Merkblatt 09/2010
eingeflossen, Schutzschicht z.B. aus
Splittmastix, Asphaltbeton, Estrich,
Splittbett + Verbundsteinpflaster etc.

Neuigkeiten aus der Überarbeitung des DBV-Merkblattes

- Varianten A), B) und C) anstatt 1, 2 und 3
 - A) Bauweisen ohne flächigen Oberflächenschutz
 - B) Bauweisen mit flächiger Beschichtung OS8, OS11 oder OS10
 - C) Bauweisen mit flächiger Abdichtung (Bitumenschweißbahn und GA oder Schutzschicht)
- Entwurfsgrundsätze a, b und c
 - a) Vermeiden von Rissen (siehe bisherige Variante 1b)
 - b) Rissverteilung, viele schmale Risse (siehe bisherige Varianten 1a, 2a, 2b und 3)
 - c) planmäßige Risse, wenige breite Risse (bisher unter Variante 1a geführt)
- Entfall der bisherigen Varianten 2a und 2b
- **offizielle Einführung der Bauweise mit 2 Lagen Schweißbahn und Schutzschicht**

Was bedeutet die Überarbeitung des DBV-Merkblattes für die OS8 Beschichtungen?

- die Ausführung einer starren OS8-Beschichtung auf einer tragenden Bodenplatte wird ohne zusätzliche Maßnahmen zur Erzeugung weniger, breiter Einzelrisse nicht mehr empfohlen.
 - folgende zusätzlichen Maßnahmen sind denkbar:
 - Planung und Ausführung von Sollriss-Stellen (z. B. mit System „DryTech“ unter Einsparung von rissbreitenbeschränkender Bewehrung)
 - Planung und Ausführung von möglichst zwängungsfreien Bodenplatten bzw. Gründungsbauteilen (Berücksichtigung entsprechender statisch-konstruktiver Randbedingungen)
- ⇒ die vielfach diskutierte Weitergabe der Verantwortung für die erhöhten Wartungsanforderungen an die Eigentümer wird durch die Bauweise nach Variante B1 (OS8 in Verbindung mit breiten Einzelrissen) entschärft
- ⇒ Garagen mit OS8 Beschichtung und unverhältnismäßig vielen Bandagen (optische Beeinträchtigung) sollen durch die neue Bauweise nach Variante B1 vermieden werden.

Allgemeine Hinweise

- in diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass Chloride über Risse (in der Beschichtung und im Betonbauteil) unabhängig von der Rissbreite ins Bauteil eindringen
- die Meinung, dass Chloride durch Risse mit einer Rissbreite von $w_k=0,1$ mm nicht eindringen, ist schlichtweg falsch. Hierzu gibt es mittlerweile ausreichend viele Veröffentlichungen aus dem Bereich der Forschung und der Praxis
- in Bezug auf den Umgang mit Rissen von OS8-beschichteten Bodenplatte im Gewährleistungszeitraum gilt unabhängig von der Bauweise nach wie vor die von TÜV SÜD vertretene Linie sowohl in technischer Sicht (so früh wie möglich verschließen) als auch hinsichtlich der Verantwortlichkeiten (Bauträger).
Siehe hierzu Ausführungen unter „juristische Fragen“

TÜV SÜD Empfehlungen zum Oberflächenschutz:

- TÜV SÜD empfiehlt die Umsetzung der unter Variante C) aufgeführten bituminösen Bauweisen mit hoher Dauerhaftigkeit und geringem Wartungsaufwand
 - die Differenzkosten zwischen OS8- / OS11-Beschichtungen und bituminöser Bauweise wurden in einem Vortrag im Rahmen des Bautechniktages 2014 bereits vorgestellt:
 - ca. 750 €/Stellplatz (inkl. anteilige Fahrgasse) Differenzkosten zu OS8
 - ca. 500 €/Stellplatz (inkl. anteilige Fahrgasse) Differenzkosten zu OS11
 - bei diesen Kosten handelt es sich nur um Investitionskosten, in der Life-Cycle-Betrachtung liegen die Vorteile bereits nach 10–15 Jahren bei den bituminösen Systemen!
 - in den o.g. Differenzkosten sind eventuelle Mehraufwendungen für die Sicherstellung von breiten Einzelrissen bei der Bauweise mit OS8-Beschichtungen nicht enthalten
- ⇒ die Differenzkosten zwischen bituminösen Bauweise und OS8 Beschichtung dürften aufgrund der verschärften Anforderungen des neuen DBV-Merkblattes tatsächlich niedriger liegen als 750 € / Stellplatz

- Problemstellung
- Normen / Regelwerke
- **Systeme zu Beschichtung / Abdichtung / Oberflächenschutz**
- Fachfragen
- Juristische Fragen
- Bilddokumentation



Übersicht der gängigen Systeme

- Klassische Kunstharzbeschichtungen, z.B. OS8, OS11
Hersteller z.B. SIKA, BASF, STO, Remmers etc.
- Bituminöse Abdichtungen (z.B. Schweißbahn und Gussasphalt, Asphaltbeton)
- PMMA-basierte Systeme (z.T. mit Vlieseinlage, z.B. Kemper, Triflex, Westwood)
- Flüssigabdichtungen / Systeme mit PU-Spritzfolie, z.B. OS10 (unterschiedliche Deck- / Schutzschichten)

Kunstharzbeschichtungen nach Rili SIB

Allgemeines

- Kunstharzbeschichtungen können bei entsprechender Untergrundvorbereitung auf nahezu allen Stahlbetonbauteilen eingesetzt werden.
- Für horizontale befahrene Flächen im Parkhausbau gibt es im Wesentlichen zwei relevante Systeme: **OS8 und OS11 (a und b)**.
- Ein Sonderfall stellt die OS10 Beschichtung dar, die je nach Deckschicht auch den bituminösen Systemen zugeordnet werden kann (Abdichtung).
- Für nicht befahrene Flächen (Stützen- und Wandsockel, Doppelparkergruben) sind des Weiteren OS5 (a und b) sowie OS4 zu nennen.
- Bislang bei Bauträgern und Investoren sind die Kunstharzbeschichtungen OS8 und OS11, offenbar die am häufigsten realisierten Varianten des Oberflächenschutzes in Tiefgaragen bzw. auf Parkdecks.
- Details können z.B. der Masterarbeit M. Gottschalk entnommen werden.

Kunstharzbeschichtungen nach Rili SIB

Allgemeines

Bezeichnung Rili SIB, Teil 2

- OS1 (Hydrophobierung)
- OS2 (Beschichtung nicht befahrbar)
- OS4 (wie OS2, erhöhte Dichtigkeit)
- OS5b (wie OS4 aber geringe Rissüberbr.)
- OS7 (Beschichtung unter Dichtungssch.)
- OS8 (starre Beschichtung, befahrbar)
- OS9 (wie OS4 aber erhöhte Rissüberbr.)
- OS10 (hohe Rissüberbr., befahrbar)
- OS11 (erhöhte Rissüberbr., befahrbar)

Bezeichnung ZTV-ING, Teil 3, Abs.4

- OS-A
- OS-B
- OS-C
- OS-D
- TL/TP-BEL-EP
- keine Referenz in ZTV-ING
- OS-E
- TL/TP-BEL-B3
- OS-F

Kunstharzbeschichtungen nach Rili SIB

„Beschichtung“ bzw. Abdichtungssystem OS10 , hoch rissüberbrückend

Abdichtungen mit Spritzfolie nach ZTV-ING 7.3, TL/TP BEL-B 3 bzw. OS 10 nach Rili SIB

- Stark rissüberbrückendes Abdichtungssystem (siehe Aufsatz O. Ehrenthal, Triflex, früher tätig am Polymer-Institut in Flörsheim-Wicker bei FFM)
- Mechanisch weniger stark belastbar als OS8 Systeme, robuster bzw. widerstandsfähiger als OS11 Systeme
- Schichtdicken abhängig von der Wahl der Deckschicht (Gussasphalt, Polyurethanharze, Dicke in Abhängigkeit der Art der Deckschicht 3-100 mm)
- Rissüberbrückungsklasse IV_{T+V} , nach RILI SIB, Teil 4, Tabelle 15
- Einsatzbereiche: Freidecks, Zwischendecken mit hohen Rissbreitenanforderungen
- Aufbau:
 - Grundierung, bei Bedarf Kratzspachtelung
 - Elastische, rissüberbrückende Dichtungsschicht (1.hwO), spritzbare Polyurethanharze => „Spritzfolie“
 - Ggf. Verbindungsschicht
 - Deckschicht / Verschleißschicht (PU-Harze oder Gussasphalt)

Bituminöse Lösungen zum Oberflächenschutz

Vorstellung der maßgebenden Systeme

Es gibt nach ZTV-ING zwei Systeme zu bituminösen Bauweisen auf mineralischen Untergründen:


Nach ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 1 gibt es die Dichtungsschicht aus einer Lage Bitumen-Schweißbahn mit einer Gussasphaltschutzschicht. Die einlagige Bitumen-Schweißbahn plus Schutzschicht aus Gussasphalt bildet die Abdichtung. Hierauf kommt als Deckschicht noch eine weitere Lage Gussasphalt, Splittmastix oder Asphaltbeton.

Nach ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 2, welcher in der Praxis eher unbekannt ist, gibt es die Dichtungsschicht aus zwei Lagen Bitumen-Schweißbahnen mit einer Splittmastix-Schutzschicht. Die zweilagige Bitumen-Schweißbahn plus Schutzschicht aus Splittmastixasphalt bildet die Abdichtung. Hierauf kommt als Deckschicht noch eine weitere Lage Splittmastix. Nach der Abdichtungsnorm DIN 18195-Teil 5 kann die Abdichtung einer horizontalen Fläche gegen Chloride allein durch eine zweilagige Bitumenbahn aufgebaut werden. Der Aufbau der befahrbaren Schutzschicht ist nicht geregelt und kann frei gewählt werden.

=> Optional Splittmastix, Asphaltbeton, Splittbett + Verbundsteinpflaster, Estrich etc.

Bituminöse Lösungen zum Oberflächenschutz

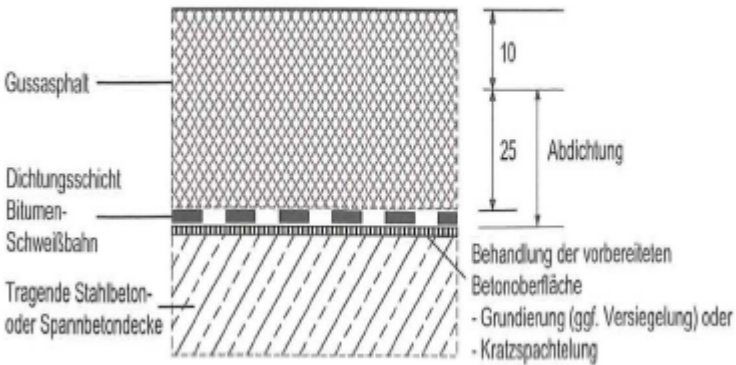
Aufbau nach ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 1

Beschreibung	Abbildung
<p>Aufbau des Brückenbelages, ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 1:</p> <p>Deckschicht: Gussasphalt, Splittmastixasphalt oder Asphaltbeton</p> <p>Schutzschicht: Gussasphalt</p> <p>Dichtungsschicht: Bitumen-Schweißbahn</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a bridge deck. From top to bottom, the layers are: Deckschicht (represented by a grid pattern), Schutzschicht (represented by a diagonal line pattern), Dichtungsschicht (represented by a black and white checkered pattern), and Betonfahrbahntafel (represented by a diagonal line pattern). Dimensions are indicated on the right: 'Brückenbelag' for the total thickness of the top three layers, and 'Abdichtung' for the thickness of the Dichtungsschicht. Below the concrete slab, there is a note: 'Behandlung der vorbereiteten Betonoberfläche - Grundierung (ggf. Versiegelung) oder - Kratzspachtelung'.</p>

Schutzschicht:	Gussasphalt	3,5 cm
Deckschicht:	Gussasphalt	3,5 cm
	Splittmastixasphalt	4,0 cm (alternativ)
	Asphaltbeton	4,0 cm (alternativ)

Bituminöse Lösungen zum Oberflächenschutz

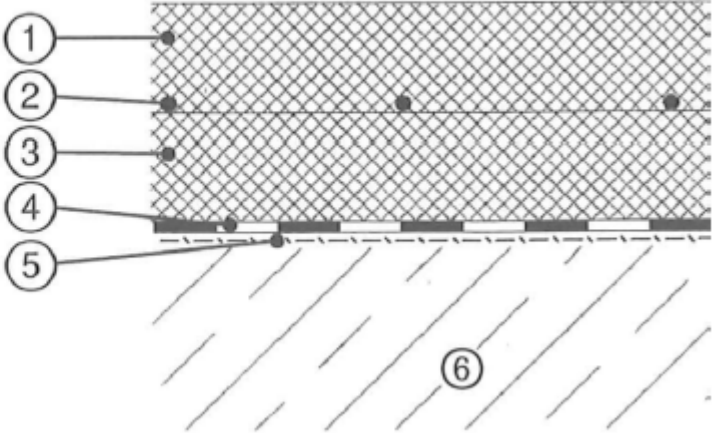
Modifizierter Aufbau nach DBV-Merkblatt, Ausgabe September 2010 (Zwischendecken und Bodenplatten)

Beschreibung	Abbildung
<p>Abdichtungsaufbau für Zwischendecks aus dem DBV Merkblatt:</p> <p>Schutzschicht: Gussasphalt</p> <p>Dichtungsschicht: Bitumen-Schweißbahn</p>	 <p>Gussasphalt</p> <p>Dichtungsschicht Bitumen- Schweißbahn</p> <p>Tragende Stahlbeton- oder Spannbetondecke</p> <p>10</p> <p>25 Abdichtung</p> <p>Behandlung der vorbereiteten Betonoberfläche - Grundierung (ggf. Versiegelung) oder - Kratzspachtelung</p>

Schutzschicht: Gussasphalt 3,5 cm
Deckschicht: entfällt

Bituminöse Lösungen zum Oberflächenschutz

Modifizierter Aufbau nach DBV-Merkblatt, Ausgabe September 2010 (Frei bewitterte Parkdecks)

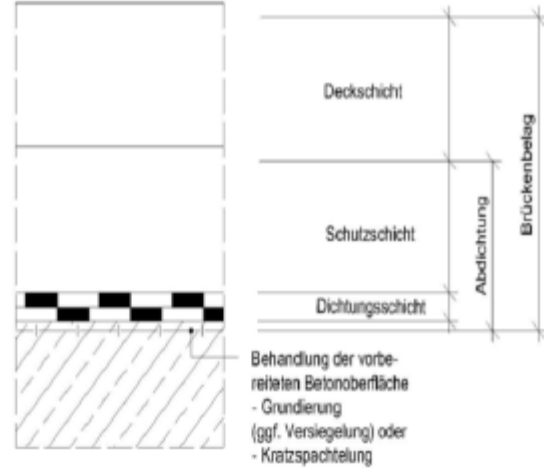
Beschreibung	Abbildung
<p>Abdichtungsaufbau für frei bewitterte Parkflächen aus dem DBV Merkblatt:</p> <p>Deckschicht: Gussasphalt</p> <p>Schutzschicht: Gussasphalt</p> <p>Dichtungsschicht: Bitumen-Schweißbahn</p>	

Schutzschicht: Gussasphalt $\geq 2,5$ cm

Deckschicht: Gussasphalt $\geq 3,0$ cm

Bituminöse Lösungen zum Oberflächenschutz


Aufbau nach ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 2

Beschreibung	Abbildung
<p>Aufbau des Brückenbelages, ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 2:</p> <p>Deckschicht: Splittmastixasphalt</p> <p>Schutzschicht: Splittmastixasphalt</p> <p>Dichtungsschicht: 2 Bitumen-Schweißbahnen</p>	

Schutzschicht:	Splittmastixasphalt	3,5 cm
Deckschicht:	Splittmastixasphalt	4,0 cm

Bituminöse Lösungen zum Oberflächenschutz

Modifizierter Aufbau nach Masterarbeit M. Gottschalk bzw. TÜV SÜD (Zwischendecken und Bodenplatten)

Beschreibung	Abbildung
<p>Abdichtungsaufbau:</p> <p>Schutzschicht: Splittmastixasphalt</p> <p>Dichtungsschicht: 2 Bitumen - Schweißbahnen</p>	 <p>Splittmastixasphalt</p> <p>2 Bitumen-Schweißbahnen</p> <p>Betonfahrbahnplatte</p> <p>Schutzschicht</p> <p>Dichtungsschicht</p> <p>Abdichtung</p> <p>Behandlung der vorbereiteten Betonoberfläche - Grundierung (ggf. Versiegelung) oder - Kratzspachtelung</p>

Schutzschicht: Splittmastixasphalt 3,5 cm
 Deckschicht: entfällt

Tendenzen und Entwicklungen

- OS8 Beschichtungen sind ohne zusätzliche Maßnahmen (z.B. Sollriss-Stellen) auf rissgefährdeten Stahlbetonbauteilen gemäß neuem DBV-Merkblatt offenbar nicht mehr vorgesehen und aus Sicht TÜV SÜD auch nicht sinnvoll.
- Die Nachteile kunstharzbasierter Systeme ohne Rissüberbrückung (OS8) bzw. die Nachteile von Kunstharz-Systemen mit geringem mechanischem Widerstand (OS11) sind in der Fachwelt aber auch bei Betreibern / Nutzer und Eigentümern bekannt. Aus Sicht TÜV SÜD werden diese Systeme zunehmend vom Markt genommen.
- Statt dessen kommen mechanisch widerstandsfähigere, rissüberbrückende Systeme auf den Markt, um mit den bituminösen Systemen konkurrieren zu können (z.B. OS10, modifizierte OS8-Systeme).
- Die Vorteile bituminöser Systeme werden von Planern und Bauherren zunehmend erkannt. In der Folge werden in Großgaragen bereits jetzt wieder vermehrt Schweißbahnen mit Asphaltermgänzung eingebaut (z.B. Tiefgarage TÜV SÜD, Neubau Ridlerstraße, München).
= > Bei der Planung müssen die höheren Aufbauten gegenüber Kunstharzbeschichtungen berücksichtigt werden!

In der Masterarbeit M. Gottschalk wurden die Systeme, die Untergrundvorbereitung, die Randhochzüge, die Wartung und die Lebenszeit beurteilt und bewertet:

- **Es wurden Gesamtkosten bezogen auf 50 Jahre Lebenszeit berechnet; D. h. Systeme wie die OS 11 Systeme müssen mehrfach erneuert werden;**
- **Der Quotient Gesamtpreis / Lebenserwartung zeigt die Wirtschaftlichkeit der Systeme auf;**
- **Es wurden sonstige Vor- und Nachteile (Bauen auf WU-Bodenplatten; Bauhöhen der Systeme; Einsatzbereiche bei Rampen, Zwischendecken usw. wurden beurteilt;) beurteilt und bewertet.**

	Kunstharzbeschichtungen			Bituminöse Bauweisen ¹¹⁾		
	OS 8	OS 11 a	OS 11 b	1-lagige Schweißbahn + Gussasphalt	2-lagige Schweißbahn + Splittmastix	2-lagige Schweißbahn + Asphaltbeton
Kosten horizontale Flächen pro m ² ca. ¹⁾	20 - 30 €/m ²	35 - 45 €/m ²	30 - 35 €/m ²	40 - 50 €/m ²	45 - 55 €/m ²	40 - 50 €/m ²
Kosten Kratzspachtelung ca. ²⁾	4,50 - 10 €/m ² *mm	4,50 - 10 €/m ² *mm	4,50 - 10 €/m ² *mm	4,50 - 10 €/m ² *mm	4,50 - 10 €/m ² *mm	4,50 - 10 €/m ² *mm
Kosten Randaufkantung (15 cm) ca.	10 - 30 €/m	10 - 30 €/m	10 - 30 €/m	Bituminös mit Verblechung 60 - 90 €/m Flüssigkunststoff 30 - 40 €/m	Bituminös mit Verblechung 60 - 90 €/m Flüssigkunststoff 30 - 40 €/m	Bituminös mit Verblechung 60 - 90 €/m Flüssigkunststoff 30 - 40 €/m
Kosten für Wartung pro Jahr im Gewährleistungszeitraum ca. ³⁾	Bestand: ⁷⁾	1,0 - 1,30 €/m ²	1,0 - 1,30 €/m ²	0,80 - 1,30 €/m ²	0,80 - 1,30 €/m ²	0,80 - 1,30 €/m ²
	Neubau: ⁸⁾	2,30 - 3,30 €/m ²	1,0 - 1,30 €/m ²			
Kosten für Wartung pro Jahr nach dem Gewährleistungszeitraum ca. ³⁾	Bestand: ⁷⁾	1,0 - 1,30 €/m ²	4,0 - 6,30 €/m ²	0,80 - 1,30 €/m ²	0,80 - 1,30 €/m ²	0,80 - 1,30 €/m ²
	Neubau: ⁸⁾	1,0 - 1,30 €/m ²	4,0 - 6,30 €/m ²			
Wartungsintervall	Wartungsintervall 1 - 2 mal pro Jahr	Wartungsintervall 1 mal pro Jahr	Wartungsintervall 1 mal pro Jahr	Wartungsintervall 1 mal in 2 Jahren	Wartungsintervall 1 mal in 2 Jahren	Wartungsintervall 1 mal in 2 Jahren
Wartungsaufwand während der Gewährleistungszeit	Wartungsaufwand hoch	Wartungsaufwand mittel	Wartungsaufwand mittel	Wartungsaufwand gering	Wartungsaufwand gering	Wartungsaufwand gering
Wartungsaufwand nach der Gewährleistungszeit	Wartungsaufwand mittel	Wartungsaufwand hoch	Wartungsaufwand hoch	Wartungsaufwand gering	Wartungsaufwand gering	Wartungsaufwand gering
Lebensdauer geschätzt ⁵⁾	15 - 20 Jahre	12 - 17 Jahre	8 - 12 Jahre	> 30 Jahre	> 30 Jahre	> 30 Jahre
Einsparpotential ca. ⁴⁾	0 €/m ²	0 €/m ²	0 €/m ²	3,0 - 8,0 €/m ²	3,0 - 8,0 €/m ²	3,0 - 8,0 €/m ²
Quotient 1: Kosten pro m ² /	1,0 - 2,0	2,05 - 3,75	2,5 - 4,38	1,33 - 1,67	1,5 - 1,83	1,33 - 1,67
Gesamtpreis ^{6) 10)}	Bestand: ⁷⁾	45 - 55 €/m ²	80 - 90 €/m ²	70 - 80 €/m ²	75 - 85 €/m ²	70 - 80 €/m ²
	Neubau: ⁸⁾	58 - 68 €/m ²	100 - 110 €/m ²			
		bezogen auf 18 Jahre	bezogen auf 15 Jahre	bezogen auf 30 Jahre	bezogen auf 30 Jahre	bezogen auf 30 Jahre
Quotient 2: Gesamtpreis / Lebenserwartung	Bestand: ⁷⁾	2,2 - 3,6	5,9 - 9,2	2,3 - 2,7	2,5 - 2,8	2,3 - 2,7
	Neubau: ⁸⁾	2,9 - 4,5				
geschätzte Gesamtkosten bezogen auf 50 Jahre Gesamtlebenszeit ^{6) 10)}	175 €/m ²	365 €/m ²	350 €/m ²	140 €/m ²	145 €/m ²	140 €/m ²
System	starres System	rissüberbrückendes System	rissüberbrückendes System	rissüberbrückendes System	rissüberbrückendes System	rissüberbrückendes System
Einsatzbereich	Bodenplatten, Rampen, höher beanspruchte Bereiche ohne Anforderungen an die Rissüberbrückung	Bodenplatten, Zwischendecken, Freidecks, Flächen mit höheren Anforderungen an die Rissüberbrückung, keine Rampen	Bodenplatten, Zwischendecken, Flächen mit Anforderungen an die Rissüberbrückung, keine Rampen	Bodenplatten, Zwischendecken, Freidecks, Rampen, höher beanspruchte Bereiche mit Anforderungen an die Rissüberbrückung	Bodenplatten, Zwischendecken, Freidecks, Rampen, höher beanspruchte Bereiche mit Anforderungen an die Rissüberbrückung	Bodenplatten, Zwischendecken, Freidecks, Rampen, höher beanspruchte Bereiche mit Anforderungen an die Rissüberbrückung

Kunstharzbeschichtungen

Gesamtkosten

	OS8	OS11a	OS11b
Horizontale Fläche netto ¹⁾	20 – 30 €/m ²	35 – 45 €/m ²	30 – 35 €/m ²
Horizontale Fläche brutto ²⁾	50 – 70 €/m ²	85 – 95 €/m ²	70 – 80 €/m ²
Ansatz Lebensdauer	(18 Jahre)	(15 Jahre)	(10 Jahre)
Quotient Kosten/Lebenserwartung	2,7 – 3,9	5,6 – 6,3	7,0 – 8,0

- 1) Kosten der horizontalen Flächen pro Quadratmeter ohne Kratzspachtelung, Randaufkantung und Wartung.
- 2) Der Gesamtpreis beinhaltet Kosten der horizontalen Fläche, Kosten für die Randaufkantung, Kosten für die Kratzspachtelung, Kosten für die Wartung (Reinigung, Begehung, Instandsetzung etc.) für eine durchschnittliche Lebenszeit; für übliche bauliche Verhältnisse (übliches Verhältnis von Fläche zu Stützen- und Wandsockellängen etc.).

Bituminöse Lösungen zum Oberflächenschutz

Gesamtkosten

	1-lagig Schweißbahn + Gussasphalt	2-lagig Schweißbahn + Splittmastix	2-lagig Schweißbahn + Asphaltbeton
Horizontale Fläche netto ¹⁾	45 – 55 €/m ²	45 – 55 €/m ²	40 – 50 €/m ²
Horizontale Fläche brutto ²⁾ Ansatz Lebensdauer	70 – 80 €/m ² (30 Jahre)	75 – 85 €/m ² (30 Jahre)	70 – 80 €/m ² (30 Jahre)
Quotient Kosten/Lebenserwartung	2,3 – 2,7	2,5 – 2,8	2,3 – 2,7

- 1) Kosten der horizontalen Flächen pro Quadratmeter ohne Kratzspachtelung, Randaufkantung und Wartung.
- 2) Der Gesamtpreis beinhaltet Kosten der horizontalen Fläche, Kosten für die Randaufkantung, Kosten für die Kratzspachtelung, Kosten für die Wartung (Reinigung, Begehung, Instandsetzung etc.) für eine durchschnittliche Lebenszeit; für übliche bauliche Verhältnisse (übliches Verhältnis von Fläche zu Stützen- und Wandsockellängen etc.).

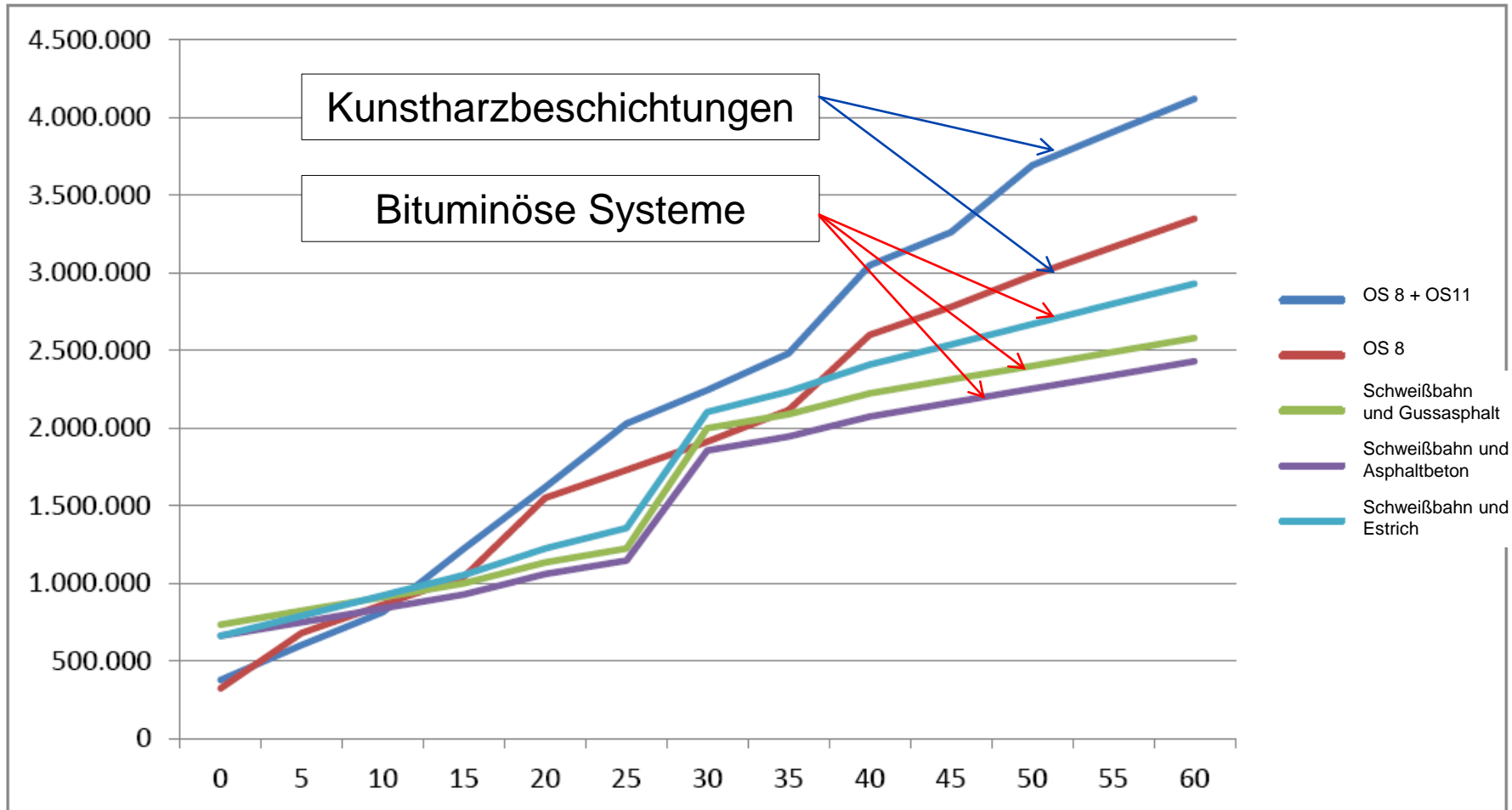
Sonderlösungen zum Oberflächenschutz

Gesamtkosten

	OS10 (PU-Deckschicht)	OS10 (1-lagig GA)	PMMA (Vlies, OS10)
Horizontale Fläche netto ¹⁾	45 – 55 €/m ²	65 – 80 €/m ²	90 – 110 €/m ²
Horizontale Fläche brutto ²⁾	90 – 110 €/m ²	100 – 120 €/m ²	120 – 140 €/m ²
Ansatz Lebensdauer	(18 Jahre)	(25 Jahre)	(22 Jahre)
Quotient Kosten/Lebenserwartung	5,0 – 6,1	4,0 – 4,8	5,4 – 6,4

- 1) Kosten der horizontalen Flächen pro Quadratmeter ohne Kratzspachtelung, Randaufkantung und Wartung.
- 2) Der Gesamtpreis beinhaltet Kosten der horizontalen Fläche, Kosten für die Randaufkantung, Kosten für die Kratzspachtelung, Kosten für die Wartung (Reinigung, Begehung, Instandsetzung etc.) für eine durchschnittliche Lebenszeit; für übliche bauliche Verhältnisse (übliches Verhältnis von Fläche zu Stützen- und Wandsockellängen etc.).

Life-Cycle-Betrachtung bei einem Referenzprojekt, A = 14.500 m²



- Problemstellung
- Normen / Regelwerke
- Systeme zu Beschichtung / Abdichtung / Oberflächenschutz
- **Fachfragen**
- Juristische Fragen
- Bilddokumentation

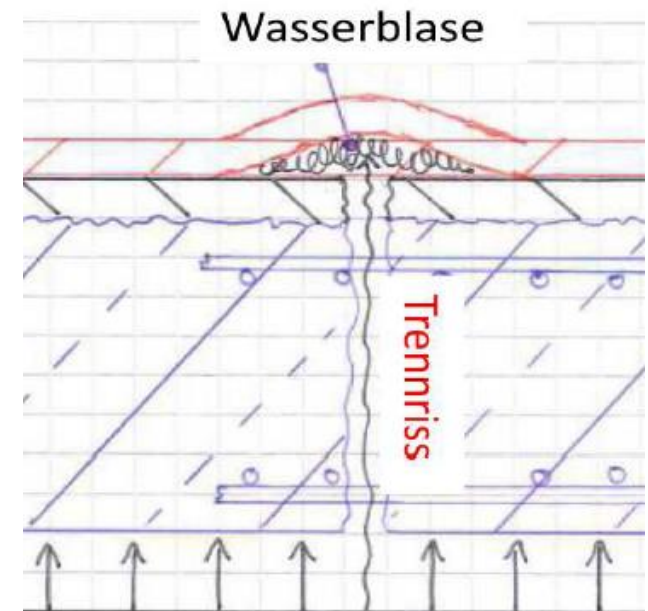
- **Können Bodenplatten im Grundwasser mit OS11 beschichtet bzw. bituminös abgedichtet werden? (Diffusion, Druck, Ablösung, Risse, Druckhöhe, wechselhafte Belastung)?**

Bei fachmännischer Untergrundvorbereitung und ausreichender Dicke können aus Sicht des TÜV SÜD Bodenplatten im Grundwasser (nicht nur Wasserwechselzone, sondern auch bei ständiger Grundwasserbeaufschlagung) mit einer rissüberbrückenden OS11 Beschichtung oder einer bituminösen Abdichtung geschützt werden.

Ein Ablösen infolge Wasserdampfdiffusion ist nicht realistisch
=> auf die Beschichtung wirkender Partialdruck ca. $0,002 \text{ N/mm}^2$
=> Haftzugfestigkeit bei ordnungsgemäßer Herstellung
 $1,5 - 2,0 \text{ N/mm}^2$

Eine Unterläufigkeit infolge eines wasserführenden Trennrisses ist kein Defizit des Oberflächenschutzes, sondern der in WU-Bauweise hergestellten Bodenplatte.

Eventuelle Wasserblasen dienen als sichtbarer Schadensindikator, die Bodenplatte ist in diesem Fall kurzfristig instandzusetzen, um ihr Schutzziel der Wasserundurchlässigkeit wieder zu erfüllen.



- **Kann eine bituminöse Abdichtung unterläufig werden und was sagen hierzu die allgemein anerkannten Regeln der Technik?**

Eine bituminöse Abdichtung ist, wenn sie ordnungsgemäß hergestellt worden ist, d.h., wenn sie vollflächig mit dem ausreichend vorbereiteten Untergrund verklebt worden ist, nicht unterläufig.

Für den Einbau kommen verschiedene Verfahren in Frage:

- Gieß- und Einrollverfahren
- Flämmverfahren
- Schweißverfahren

Der Untergrund wird mittels Kugelstrahlen / Fräsen und Grundieren vorbereitet.

Es sind die Arbeitsanweisungen der DIN 18195-5 und 18195-3 sowie optional der ZTV-ING, Teil 7 zu beachten.



- **Wie hoch sind die Mehrkosten von bituminösen Lösungen gegenüber Kunstharzbeschichtungen bezogen auf einen PKW Stellplatz in einer Tiefgarage?**

Variante 1 Einlagige Schweißbahn mit Gussasphalt (siehe Variante 3 DBV-Merkblatt)	Variante 2 Kunstharzbeschichtung OS8 (starr, z.B. für Bodenplatten)	Variante 3 Kunstharzbeschichtung OS11 (rissüberbrückend, z.B. für Zwischendecken)
Ca. 50-55 €/m ²	Ca. 20-25 €/m ²	Ca. 30-35 €/m ²
Ca. 1.250-1.350 €/Stellplatz	Ca. 550-600 €/Stellplatz	Ca. 750-850 €/Stellplatz
	Deltakosten ca. 750 €/SP	Deltakosten ca. 500 €/SP

Mehrkosten betragen je nach Art der Kunstharzbeschichtung zwischen 500 und 750 €/SP.

Annahmen:

Ca. 25 m²/Stellplatz (bezogene Fläche inkl. Anteil Fahrgasse / Rampe)

Randaufkantungen bei Variante 1 mit Flüssigkunststoff statt Schweißbahnhochzug und Blechverwahrung

Preise grundsätzlich stark abhängig von der Markt- bzw. Auftragslage

- **Kosten von Sanierungen wenn Chlorid in Rissen nennenswert bis zum Stahl vorgedrungen ist?**
- Flächige Betoninstandsetzung nach Instandsetzungsprinzip „R-Cl“ der Rili SIB:
(Betonabtrag bis hinter die Bewehrung, Reprofilierung und Beschichtung, z.B. bei Bodenplatten oder Zwischendecken)

Ca. 180 – 250 €/m²
- Flächige Betoninstandsetzung nach Instandsetzungsprinzip „KKS“ (Kathodischer Korrosionsschutz) der Rili SIB:

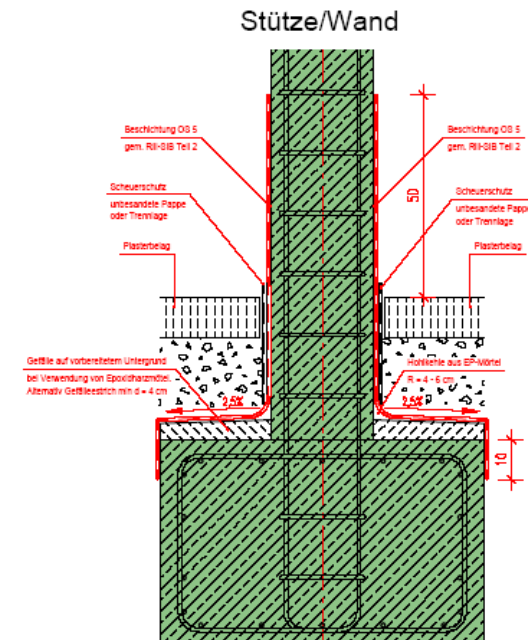
Ca. 130 – 220 €/m² (nur wenn alle erforderlichen Voraussetzungen vorliegen)
- Linienförmige Betoninstandsetzung nach Instandsetzungsprinzip „R-Cl“ der Rili SIB (z.B. entlang von Rissen):

Ca. 100 – 150 €/lfdm
- **Alternativ kann aus Sicht TÜV SÜD für tragende Bodenplatten mit Rissen und Chloriden auch das Prinzip „W-Cl“ mit zusätzlicher Installation von Monitoring-Einrichtungen umgesetzt werden. Dies ist nur unter konkreten Randbedingungen möglich.**

- **Welche Bauteile muss man wie schützen, wenn ein TG-Boden mit Verbundpflaster gebaut wird?**
 - Es müssen tragende, bewehrte Bereiche geschützt werden, die mit chloridhaltigem Wasser beaufschlagt werden können.
 - Es ist v.a. die horizontale Arbeitsfuge zwischen Fundament und aufgehendem Bauteil (Stütze / Wand) zu schützen.
 - Der Sockelschutz wird über FOK geführt.
 - Nach Möglichkeit sollte ein Gegengefälle auf OK Fundament ausgeführt werden.
 - Der Sockelschutz sollte im Bereich des Verbundsteinpflasters mechanisch geschützt werden.

Regeldetail Stütze-/Wandfuß-Sanierung Fundament mit oberer Bewehrung

M1:10 Hinweis: Stützen und Wandfußsanierung erfolgt nach Instandsetzungsprinzip R-CL gem. Rili SIB



Sanierungsvorschlag für Tiefgaragenbauteile bei Verbundsteinpflaster, die sich im Einflußbereich von chloridbeaufschlagtem Wasser befinden.

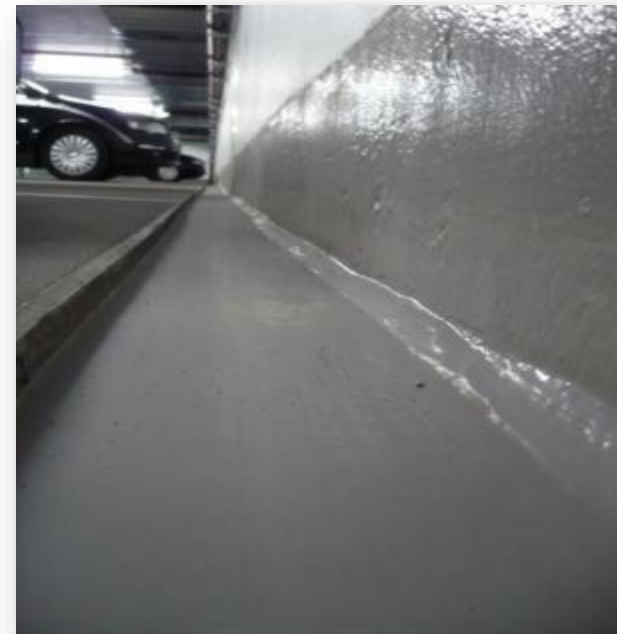
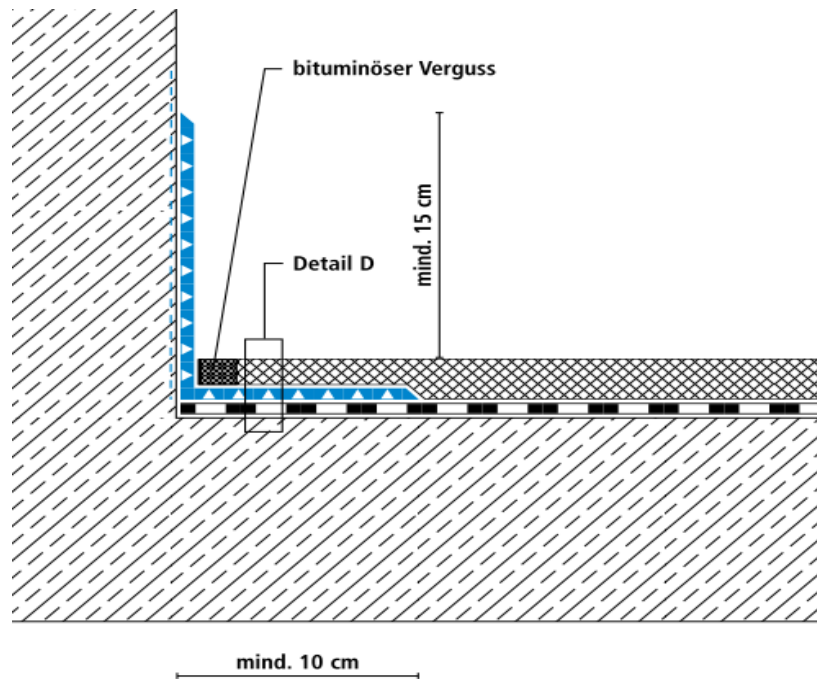
- Problemstellung
- Normen / Regelwerke
- Systeme zu Beschichtung / Abdichtung / Oberflächenschutz
- Fachfragen
- **Juristische Fragen**
- Bilddokumentation

- Nach Auffassung der Fachwelt (siehe z.B. auch Aufsatz Prof. Motzke), entspricht eine **starre** (nicht rissüberbrückende) OS 8 Beschichtung auch mit einer „**erweiterten Wartung**“ im Sinne des DBV Merkblattes **nicht den anerkannten Regeln der Technik**, weil das Risiko der Rissbearbeitung und eines Chlorideintrages in die Risse bei einem verspäteten Schließen der Risse nach Ablauf der Gewährleistung beim nicht laiengerecht informierten Erwerber liegen würde.
- Nach Meinung von TÜV SÜD ist die Leistung einer Tiefgaragenbeschichtung mit dem OS 8 System zum Zeitpunkt der Abnahme noch nicht abgeschlossen, da es insbesondere in den folgenden 5 Jahren (Gewährleistungszeitraum) zu Rissbildungen an tragenden Stahlbetonbauteilen (v.a. Bodenplatten und Rampen), bzw. WU Bauteilen kommen muss und somit auch die Beschichtung reißen wird. „**Juristisch**“ betrachtet ist das System Beton + starre OS 8 Beschichtung nach Meinung TÜV SÜD erst nach dem Reißen und Schließen der Risse fertig hergestellt.
- ▶ Aus dem Verhalten des Betons resultierende Risse im Oberflächenschutz und am Beton werden als **Mangel** verstanden, der durch den für die operative Leistung Verantwortlichen (Planer, Bauträger bzw. Baufirma) beseitigt werden muss.

- Um das Ausmaß der Schäden und damit die Aufwendung für deren Beseitigung zu begrenzen, sind gemäß DBV Merkblatt in regelmäßigen Intervallen für starre Beschichtungen **erweiterte Wartungsbegehungen** durchzuführen. Diese sind insbesondere wegen des Aufwandes der systembedingt auftretenden und in der Folge zu schließenden Risse zu unterscheiden von den üblichen Wartungen, wie sie für alle Bauteile bzw. bei Tiefgaragen auch für OS 11 Systeme (rissüberbrückend) oder bituminöse Systeme durchzuführen sind (Reinigung, Beseitigung kleinerer Fehlstellen).
- Praxisnah ausgedrückt gibt es im Gewährleistungszeitraum zwei Wartungen nebeneinander: Die „erweiterte“ Wartung, bei der der Bauträger die Risse schließt und die „normale“ Wartung bei der die WEG die Garage reinigt und selbst verursachte Schäden und übliche Alterungen / Abnutzungen beseitigen lässt.
- ▶ Es ist ein Vertrag über eine „**erweiterte Wartung**“ der Tiefgarage zwischen dem Bauträger und einer sachkundigen Instanz (z.B. Ingenieurbüro, Sachverständiger, sachkundiger Planer, Wartungsfirma etc.) zu schließen. Die Erstellung des Wartungsplanes, sowie die Verantwortung für die Begehungen obliegt dem Bauträger / der Baufirma.

- Problemstellung
- Normen / Regelwerke
- Systeme zu Beschichtung / Abdichtung / Oberflächenschutz
- Fachfragen
- Juristische Fragen
- **Bilddokumentation**

Wandanschluss mit Flüssigkunststoff auf Bitumenschweißbahn (siehe z.B. Planungshandbuch Fa. Triflex)



Ausführung bituminöser Abdichtungen mit Gussasphalt

Gehwegfertiger kann aufgrund der geringen Bauhöhe auch in Tiefgaragen / Parkdecks fahren.

Mit Bitumenschweißbahn abgedichtete Fläche einer TG-Rampe; vorbereitet für das nachträgliche Aufbringen des Asphalts.



Ausführung bituminöser Abdichtungen mit Estrichschutzschicht

Tiefgarage in Hamburg:
Estrich auf 2 Lagen Bitumenschweißbahn mit hochgeführter Bitumenbahn





Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Kontakt

Norbert Swoboda

Tel.+49 (0)89 5791-3935

norbert.swoboda@tuev-sued.de

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**