

Inhaltsübersicht

1	Einführung	3
2	Schadensmechanismus und -entwicklung	3
3	Schadensdiagnose	4
4	Schadenskategorien	5
5	Bauliche Erhaltung	6
5.1	Wahl der Erhaltungsmaßnahme	6
5.2	Allgemeines	7
5.3	Überbauen von Betondecken mit Dünnen Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise (DSK)	9
5.4	Überbauen von Betondecken mit Walzasphaltdeckschichten	11
5.5	Überbauen von Betondecken mit einer Asphaltbinderschicht und einer Asphaltdeckschicht nach dem Abfräsen des Oberbetons	14
5.6	Erneuerung im Tiefeinbau	14
5.7	Beispiele für die Instandsetzung von Bereichen mit Wasseraustritt bei Betondecken auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	16
6	Hinweise auf Prüfungen	17
7	Anhang	
7.1	Formblatt Äußere Bedingungen	18

1 Einführung

In den Empfehlungen werden technische Möglichkeiten zur Baulichen Erhaltung von AKR-geschädigten Betondecken dargestellt, die einer grundhaften Erneuerung vorausgehen. Um in der Praxis die richtigen Maßnahmen auszuwählen, sind oft umfassende und mitunter zeitlich aufwendige Voruntersuchungen notwendig. Damit der Prozess der Entscheidungsfindung vereinfacht wird, wurde eine Erhaltungsmatrix entwickelt, in der abhängig vom Schädigungsgrad der Betondecke (Schadenskategorie I - Verfärbung, II – beginnende bis ausgeprägte Risse und III - sehr ausgeprägte Risse/Substanzverlust) insgesamt sechs unterschiedliche Möglichkeiten der Baulichen Erhaltung unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit vorgeschlagen werden.

Einerseits soll mit der Erhaltungsmatrix eine einheitliche Vorgehensweise bei der Baulichen Erhaltung von AKR-geschädigten Betondecken erreicht werden. Andererseits soll denjenigen Straßenbauverwaltungen, die erstmalig mit AKR-Schäden an Betondecken konfrontiert werden, eine Entscheidungshilfe für eine Schadenserkenkung und -beurteilung sowie eine entsprechende Erhaltungsplanung und -ausführung zur Verfügung gestellt werden.

Die Empfehlungen werden auf der Grundlage gesammelter Erfahrungen fortgeschrieben.

2 Schadensmechanismus und -entwicklung

Unter einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) wird eine chemische Reaktion verstanden, die zwischen reaktiver Kieselsäure, die in einigen Gesteinskörnungen enthalten ist, und den Alkalien Natrium und Kalium, die mit dem Zement und Tausalz sowie gegebenenfalls Zusatzmitteln in die Porenlösung des Betons gelangen, abläuft. Dabei entsteht ein Alkali-Kieselsäure-Gel, das sich bei Vorhandensein von Feuchtigkeit ausdehnt (quillt). Hierdurch können Quelldrücke bis zu 20 N/mm^2 entstehen, die die Zugfestigkeit des Betons überschreiten und Betonschädigungen in Form von Rissen und/oder schalenförmigen Abplatzungen hervorrufen. Eventuell vorhandene Vorschädigungen des Betons anderen Ursprungs in Überlagerung mit der Verkehrsbeanspruchung können den AKR-bedingten Schädigungsprozess beschleunigen.

Der Prozess einer schädigenden AKR im Beton ist **nicht reversibel**, kann jedoch durch geeignete Maßnahmen verzögert werden.

Nach bisherigem Kenntnisstand sind Merkmale einer AKR-Schädigung an Betondecken augenscheinlich frühestens nach 5 bis 7 Jahren erkennbar. Die zeitliche Entwicklung der Schadenszunahme bzw. der Zeitpunkt, wann der Übergang zwischen den im Abschnitt 4 detailliert aufgeführten Schadenskategorien I bis III erfolgt, ist nicht vorhersehbar und an verschiedene Faktoren gebunden. Diese wirken komplex, können sich teilweise überlagern und daher in ihren Auswirkungen nicht einzeln betrachtet werden. Exemplarisch können hierfür genannt werden:

- baustofftechnische Faktoren (z.B. Betonzusammensetzung),
- bautechnische Faktoren (z.B. Bauweisen, Ausführungsart, Fugenzustand),
- bauliche Randbedingungen (z.B. Einbaubedingungen, ungünstige Wasserverhältnisse),
- vorhandene Vorschädigungen (z.B. Rissbildungen),
- verkehrliche Faktoren (z.B. erhöhter Anteil Schwerverkehr),
- klimatische Faktoren (z.B. Hitzeperioden, Anzahl der Frost-Tauwechsel),
- weitere Faktoren (z.B. Alkalizufuhr von außen).

Nach den bisherigen Erfahrungen zur Schadensentwicklung soll der Zeitraum zwischen der Ausschreibung einer Erhaltungsmaßnahme bzw. der dieser zu Grunde liegenden Zustandsfeststellung und der Ausführung der entsprechenden Erhaltungsmaßnahme möglichst kurz gehalten werden. Bei einem größeren zeitlichen Abstand zwischen Zustandsfeststellung und Aus-

schreibung ist die Schadenskategorie gemäß Abschnitt 4 bzw. der Schädigungsgrad innerhalb einer bereits zugeordneten Kategorie auf Aktualität zu überprüfen.

3 Schadensdiagnose

Kennzeichnend für eine beginnende AKR sind Verfärbungen in den Fugenbereichen und/oder Risse, die nicht durch physikalisch bedingte Prozesse, wie z.B. durch Temperatur- und Feuchteänderungen (z.B. Schwinden) oder zunehmende dynamische Belastungen verursacht werden, diesen aber zum Teil ähnlich sehen. Gleichwohl können diese Beanspruchungen im ungünstigen Fall die Rissbildung bei einer bestehenden AKR verstärken. Um eine eindeutige Aussage zur Schadensursache zu erhalten und daraus eine ursächlich und zeitlich ausgerichtete Erhaltungsmaßnahme abzuleiten, sind umfassende Untersuchungen notwendig. Dabei muss geklärt werden:

- in welchem Maße die Betondecke bereits geschädigt ist,
- ob und welche Schäden durch eine AKR verursacht wurden,
- ob ein AKR-Restschädigungspotential vorliegt.

Wird eine AKR als Schadensursache identifiziert, sollen frühzeitig geeignete Erhaltungsmaßnahmen ausgeführt werden, um den Schadensfortschritt zu verzögern. Um eine wirtschaftliche Maßnahme zu wählen, ist es besonders wichtig, den Schädigungsgrad sowie das vorhandene AKR-Restschädigungspotential zu bestimmen.

Für die Feststellung einer schädigenden AKR und die Prognose des Schadensfortschritts existieren verschiedene zum Teil noch nicht genormte Prüfverfahren, denen Dehnungsmessungen an Bohrkernen aus geschädigten oder unter Verdacht stehenden Betondecken in Kombination mit petrografischen und Gefügeuntersuchungen zu Grunde liegen.

Der Zeitaufwand für die Schadensdiagnose kann, in Abhängigkeit des gewählten Prüfverfahrens, mehr als ein Jahr betragen. Dieses kann nach einzelnen Erfahrungen in der Praxis dazu führen, dass die Schadensmerkmale nach Abschluss der Untersuchungen infolge eines sehr schnellen Schadensfortschritts bereits einer höheren Schadenskategorie entsprechen.

Ob eine schädigende AKR vorliegt, ist von einem durch die BASt bekannt gegebenen Sachverständigen (siehe Internetseite der BASt: www.bast.de unter Qualitätsbewertung/ Listen/ Straßenbau/ Liste der Gutachter) nachzuweisen.

Darüber hinaus wird empfohlen, den Zertifizierer der Gesteinskörnung sowie den jeweiligen Sachverständigen für die Gesteinskörnung bzw. den Beton in die Untersuchungen mit einzubeziehen.

4 Schadenskategorien

Die Zuordnung eines vorliegenden Schadens in eine der drei Schadenskategorien ist gemäß den nachfolgend aufgeführten Schadensmerkmalen vorzunehmen:

Schadenskategorie I

- Verfärbung im Bereich der Querfugen/Fugenkreuze (i. A. beginnend im Fugenkreuz),
- keine über Schwindrisse hinausgehende Rissbildung.



Abbildung 1: Beispiele für Schadenskategorie I

Schadenskategorie II

- ausgeprägte Verfärbung im Bereich der Fugen
- Rissbildungen in Fugenkreuzbereichen,
- beginnende bis ausgeprägte NetZRissbildung,
- ggf. Längs- und Querrisse an den Querfugen,
- ggf. zusätzliche Längsrissbildung in Rüttelgassen,
- noch kein Substanzverlust.

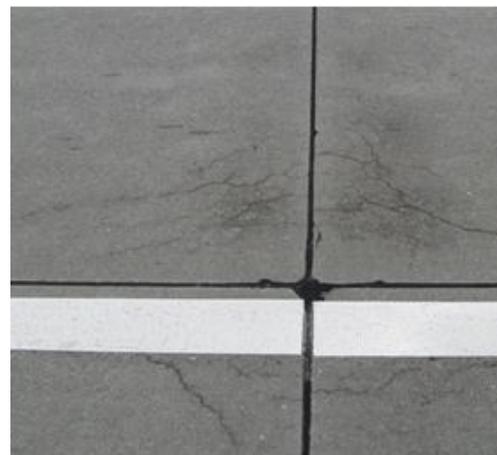


Abbildung 2: Beispiele für Schadenskategorie II

Schadenskategorie III

- ausgeprägte Verfärbung im Bereich der Fugen,
- sehr ausgeprägte Rissbildung (häufig mit Verfärbungen),
- ggf. Kantenschäden und/oder Eckabbrüche,
- ggf. Substanzverlust, z.B. Verschotterung.



Abbildung 3: Beispiele für Schadenskategorie III

5 Bauliche Erhaltung

5.1 Wahl der Erhaltungsmaßnahme

Auf Grundlage der Schadensdiagnose und einer erfolgten Klassifizierung vorhandener AKR-Schäden kann mit Hilfe der Erhaltungsmatrix (Tabelle 1) eine Erhaltungsmaßnahme gewählt werden. Abhängig von der Schadenskategorie (I - Verfärbungen, II - beginnende bis ausgeprägte Risse und III - sehr ausgeprägte Risse/Substanzverlust) werden insgesamt sechs unterschiedliche Möglichkeiten der Baulichen Erhaltung vorgeschlagen. Außerdem werden auch Hinweise auf die einzuhaltenden Randbedingungen und zur Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen gegeben.

Wenn

- bekannt ist, dass alkaliempfindliche Gesteinskörnungen für die Herstellung des Betons verwendet wurden und/oder,
- eine schädigende AKR nachgewiesen ist,

jedoch lediglich beginnende Verfärbungen in den Fugenbereichen und noch keine visuell erkennbaren Rissbildungen infolge einer AKR vorliegen, kann vor Anwendung der in Tabelle 1 aufgeführten Erhaltungsmaßnahmen eine Imprägnierung (Leinölfirnis) oder Hydrophobierung (OS-A-Systeme) der Fahrbahndecke die weitere Entwicklung einer AKR verzögern.

Nach den bisher vorliegenden praktischen Erfahrungen kann sich die zeitliche Entwicklung eines AKR-Schadens zwischen den Kategorien I und II über einen Zeitraum von mehreren Jahren erstrecken. Hingegen wurde auf Grund des höheren Schädigungsgrades der Übergang zwischen den Kategorien II und III, jahreszeitlich unabhängig, bereits innerhalb eines Jahres festgestellt.

Tabelle 1: Erhaltungsmatrix für AKR-geschädigte Betondecken

Kategorie	Erhaltungsmaßnahme					
	Überbauung				Erneuerung	
	DSK	Asphalt-deckschicht mindestens 4 cm	Asphalt-deckschicht und Asphaltbinderschicht 9 bis 12 cm	Asphalt-deckschicht und Asphaltbinderschicht 9 bis 12 cm mit Abfräsen Oberbeton	Hocheinbau	Tief-einbau
	1	2	3	4	5	6
I	+ ¹⁾	+ ¹⁾	(+)	(+)	-	-
II	-	+ ¹⁾	+	+	(+)	(+)
III	-	-	+	+	+ ²⁾	+ ³⁾

+ geeignet

- ungeeignet

(+) technisch möglich, aber nicht wirtschaftlich

1) gegebenenfalls nach vorheriger Instandsetzung der geschädigten Fugenbereiche gemäß ZTV BEB-StB

2) vorherige Entspannung (Schollenabmessung ca. 1 m x 1,5 m)

3) Art der Tragschicht/Unterlage beachten

Bei der Wahl der geeigneten Erhaltungsmaßnahme muss aus bautechnischen Gründen auch der Zeitpunkt der Ausführung berücksichtigt werden.

Darüber hinaus sind im Einzelfall noch weitere Randbedingungen, wie Art der Unterlage der geschädigten Betondecke bzw. Schicht, Verkehrsbelastung, Restnutzungsdauer sowie bereits vorhandene Erfahrungen zu berücksichtigen.

Grundlegend gelten für die Ausführung die maßgebenden Technischen Regelwerke, sofern in den nachfolgenden Abschnitten keine Änderungen oder zusätzliche Hinweise enthalten sind.

5.2 Allgemeines

Eine Überbauung aus Asphalt gemäß den Spalten 2 bis 4 (Tabelle 1) ist generell in unterschiedlichen Dicken möglich. Die erforderliche Überbauungsdicke hängt von verschiedenen Faktoren, wie z. B. den Bewegungen der Betonplatten im Fugen- oder Rissbereich, den AKR-bedingten Rissausprägungen in den geschädigten Bereichen, den Fugen- oder Rissbreiten, der Verkehrsbelastung und den örtlichen Höhenzwangspunkten ab. Sie ist im Einzelfall festzulegen.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass größere Dicken eine höhere Sicherheit gegen Reflexionsrisse im Asphaltbelag bieten.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass Überbauungen aus Asphalt nicht in der Lage sind, vertikale Fugenbewegungen zu kompensieren. Um größere mechanische Beanspruchungen des Asphalts im Fugenbereich zu vermeiden, sollten die vertikalen Fugenbewegungen in Abhängigkeit von der Überbauungsdicke begrenzt werden.

Die Größenordnung der relativen vertikalen Fugenbewegung kann durch Messungen mit dem Falling Weight Deflectometer (FWD) oder dem Benkelman-Balken ermittelt werden.

Werden erhöhte relative vertikale Fugenbewegungen festgestellt, sind besondere Maßnahmen (z. B. Festlegen oder Ersatz von einzelnen Betonplatten) zu treffen, die ein Durchschlagen der Fugen der Betondecke in den Asphalt verhindern. Gemäß [1, 2]¹ werden die in Tabelle 2 angegebenen Richtwerte vorgeschlagen.

Tabelle 2: Maßnahmen bei Vertikalbewegungen von Betonplatten

Vertikalbewegung der Betonplatten [mm]	Anteil der betroffenen Platten	Maßnahme zur Vorbereitung der Unterlage	Maßnahme
≤ 0,06	100%	keine	Überbauung ≥ 4,0 cm
> 0,06 bis ≤ 0,30	≤ 10 %	Festlegen oder Ersatz der betroffenen Platten nach den ZTV BEB-StB	Überbauung ≥ 4,0 cm
	> 10 %	keine	Überbauung 9,0 - 12,0 cm
> 0,30	≤ 10 %	Festlegen oder Ersatz der betroffenen Platten nach den ZTV BEB-StB	Überbauung 9,0 - 12,0 cm
	> 10 %	Individuell vorzunehmen	Erneuerung

Bei einer Überbauungsdicke von mindestens 4 cm sollten die vertikalen Fugenbewegungen zum Zeitpunkt der Asphaltüberbauung 0,06 mm nicht überschreiten (ermittelt aus Messungen mit Benkelman-Balken).

Bei einer Überbauungsdicke von 9 bis 12 cm sollten die vertikalen Plattenbewegungen nicht mehr als 0,30 mm betragen (ermittelt aus Messungen mit Benkelman-Balken). Eine größere Sicherheit gegen eine Rissbildung im Asphalt wird durch eine Reduzierung der Plattenbewegungen erreicht.

¹ [1] Eisenmann, J.; Birmann, D.: „Dünne, bituminöse Decken über Betondecken“, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 665, 1994

[2] Großhans, D; Tschierschke, A.: „Höhensparende Überbauung von Betonstraßen mit Hilfe der SAMI-Bauweise“, Straße und Autobahn, 03/2008

Werden die Relativbewegungen nur an einzelnen Platten (maximal 10 % der Platten) überschritten, wird empfohlen, diese gemäß den ZTV BEB-StB festzulegen oder auszubauen und zu erneuern.

Bei einer großen Anzahl (mehr als 10 % der Platten) von Relativbewegungen von mehr als 0,06 mm bzw. 0,30 mm (s.o.), wird empfohlen, die Betonplatten zu entspannen (Alternative: grundlegender Ausbau oder Teilausbau der Betondecke nach Spalte 6). Ob ein Entspannen der Betondecke bei Überbauungsdicken bis zu 12 cm (Tabelle 1, Spalte 3) zweckmäßig ist, ist im Einzelfall zu prüfen.

Vor der Überbauung mit Asphalt ist zu beachten, dass nach dem Fräsen lose Bestandteile einschließlich dickschichtiger Markierungen zu entfernen sind. Anschließend ist die Betonoberfläche gründlich zu reinigen, da eine verschmutzte Betonoberfläche den Schichtenverbund negativ beeinflusst und durch Verunreinigungen im Fugenspalt Abplatzungen oder Hitzeaufbrüche nicht ausgeschlossen werden können.

Bei Maßnahmen gemäß Spalte 2 (Tabelle 1) soll unter der Asphaltdeckschicht eine bitumenhaltige Zwischenschicht angeordnet werden (siehe Abschnitt 5.4 und ZTV BEA-StB 09, Abschnitt 3.2.3). Diese dient der Abdichtung, Verklebung und zum Spannungsabbau.

Wenn die bitumenhaltige Zwischenschicht nicht ausreicht, um die maximal auftretenden horizontalen Spannungen abzubauen, entstehen in der Asphaltdeckschicht oberhalb der Querfuge Risse, in deren Folge auch Kornausbrüche auftreten können. In diesem Fall wird ein Übertragen der Fugen aus der Betonfahrbahn in die Asphaltkonstruktion empfohlen.

Zwischenschichten aus aufgeklebten Gittern und Vliesen oder Kombinationen hiervon sind nicht zweckmäßig, da das Wasser aus der zur Verklebung mit der Unterlage erforderlichen Bitumenemulsion auch in die Poren der Betondecke eindringt und nicht mehr entweichen kann. Später können hierdurch Blasenbildungen entstehen.

Ob bei Maßnahmen gemäß den Spalten 3 und 4 (Tabelle 1) zusätzlich eine bitumenhaltige Zwischenschicht zur Ausführung kommen sollte, ist im konkreten Fall zu entscheiden.

Bei Überbauungsdicken von ≥ 9 cm gemäß den Spalten 3 und 4 (Tabelle 1) kann auf das Herstellen der Fugen verzichtet werden.

Grundsätzlich ist vor jeder Erhaltungsmaßnahme gemäß den Spalten 1 bis 5 der Erhaltungsmatrix (Tabelle 1) sicherzustellen, dass die Betonplatten fest aufliegen und kein dauerhafter Wasserstau zwischen den gebundenen Schichten vorhanden ist. Beispiele für das Beseitigen von dauerhaftem Wasserstau zwischen den gebundenen Schichten sind im Abschnitt 5.7 dargestellt.

5.3 Überbauen von Betondecken mit Dünnen Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise (DSK)

Die Instandsetzungsmaßnahme Dünne Asphaltdeckschicht in Kaltbauweise (DSK) gemäß den ZTV BEA-StB 09 kommt gemäß der Erhaltungsmatrix nur bei der **Schadenskategorie I** zur Anwendung. Vorteil dieser Instandsetzungsbauweise ist, dass hierdurch ein weiterer Zutritt von Feuchtigkeit und Taumitteln über die Oberfläche des Betons verringert wird und somit die weitere Schadensentwicklung verlangsamt werden kann.

Für die Herstellung einer Dünnen Asphaltdeckschicht in Kaltbauweise wird die Verwendung des Asphaltmischgutes der Sorte DSK 5 empfohlen. Der Einbau der DSK soll zweischichtig erfol-

gen. In der unteren Schicht kann alternativ auch die Asphaltmischgutsorte DSK 3 verwendet werden.

Die erforderliche Einbaumenge beträgt in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Unterlage 16 bis 25 kg/m² beim Asphaltmischgut DSK 5.

Für die Anforderungen an die Baustoffe und Baustoffgemische sowie der fertigen Schicht gelten die Anforderungen der ZTV BEA-StB 09.

Dünne Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise sollen nur von Anfang April bis Mitte Oktober eingebaut werden, wenn die Feuchte des Betons gering ist. Gemäß den ZTV BEA-StB 09 dürfen DSK bei einer Temperatur der Unterlage unter 5 °C nicht mehr eingebaut werden.

Vor der Herstellung der Dünnen Asphaltdeckschicht in Kaltbauweise sind die Fugen der Betondecke gemäß den ZTV BEB-StB 02, Abschnitt 2.3.4 instandzusetzen. Für die Fugeninstandsetzung sind die Längs- und Querscheinfugen (eventuell auch Pressfugen in Bereichen von Anschlussstellen, Aus- und Einfahrten) auszufügen und anschließend zu reinigen. Zum Schutz der Fugenkerbe beim Herstellen der DSK ist ein Unterfüllstoff einzulegen.

Gegebenenfalls vorhandene Kantenschädigungen sind ebenfalls vorher gemäß den ZTV BEB-StB instandzusetzen.

Die Betondecke soll auf jeden Fall unmittelbar vor dem Aufbringen der Anspritzemulsion durch gründliches Reinigen mittels Hochdruckwasserstrahlen mit Absaugvorrichtung (z.B. Hochdruck-Drehjetreinigung) von sämtlichen Verunreinigungen gesäubert werden. Auf die gereinigte Unterlage ist eine Versiegelung, bestehend aus einer Bitumenemulsion aus Polymermodifiziertem Bitumen gemäß den TL BE-StB 07, Abschnitt 2.2, aufzubringen (z.B. C60BP1-S in einer Menge von ca. 250 g/m²).

Auf die angesprühte Unterlage wird unmittelbar anschließend die erste Schicht aus DSK 5 oder DSK 3, als Vorprofilierung und zum Füllen vorhandener Risse, eingebaut. Um eine gute Verklebung mit der Unterlage sicherzustellen, soll bei einem zweischichtigen Einbau die erste Schicht in der Regel mit einem gegenüber der zweiten Schicht um 0,3 bis 0,4 M.-% erhöhten Bindemittelgehalt ausgeführt werden.



Abbildung 4: Fahrstreifenbezogene Erhaltungsmaßnahme mit DSK im frischen Zustand

Vor Einbau der oberen Schicht soll eine Zeitspanne von mindestens 24 Stunden nicht unterschritten werden, in der der Verkehr diese Schicht befährt. Hierdurch wird die Schicht verdichtet und das im Asphaltmischgut enthaltene Wasser kann austreten. Der Einbau der oberen Schicht aus DSK 5 erfolgt anschließend als sogenannte Deckschicht.

Nach einem zwischenzeitlichen Befahren der fertiggestellten Dünnen Asphaltdeckschicht in Kaltbauweise werden die Fugen auf der gesamten Breite und Tiefe nachgeschnitten, gereinigt, neuer Unterfüllstoff eingebracht und mit einer heiß verarbeitbaren Fugenmasse (Typ 2 gemäß den TL Fug-StB 01) vergossen.

Eine Anarbeitung des Asphaltmischgutes für DSK an die vorhandenen Markierungen ist möglich. Aufgrund der geringen Auftragsdicke kann die DSK auch in Fahrstreifenbreite ausgeführt werden (z.B. Verbreiterungsbereiche mit AKR-Schäden).

Bei verkehrsraumbedingten Einbaubreiten der DSK, die einen breiteren Überlappungsbereich beim Einbau erforderlich machen (z.B. > 20 cm) ist dieser Bereich nach Einbau der ersten Schicht durch geeignete Maßnahmen zu verdichten. Bewährt hat sich dabei der Einsatz einer Gummiradwalze mit einem Dienstgewicht > 12 t.

Angewandt wurde zwischenzeitlich auch das Aufbringen einer Bitumenemulsion C65BP1-DSK gemäß den TL BE-StB 07 zum Füllen der Risse in der Unterlage vor Aufbringen der ersten DSK-Schicht. Das Ansprühen erfolgt mittels einer Sprühvorrichtung, die unmittelbar hinter der letzten Achse und damit vor der Einbaubohle des Einbaugerätes angeordnet ist. Diese Ausführungsart wird als Dünne Asphaltdeckschicht in Kaltbauweise auf Versiegelung (DSK-V) bezeichnet.

5.4 Überbauen von Betondecken mit Walzasphaltdeckschichten

Ein Überbauen mit Walzasphalt (z.B. Asphaltdeckschicht aus Splittmastixasphalt) gemäß den ZTV BEA-StB 09, Abschnitt 3.2.3 mit mindestens 4 cm Dicke nach Spalte 2 der Erhaltungsmatrix setzt ungestörte Auflagerungsverhältnisse der Betonplatten voraus.

Das Überbauen von Betondecken mit Walzasphalt soll nur von Anfang Mai bis Ende September erfolgen, wenn der Feuchtegehalt des Betons möglichst gering ist.

Die Demarkierung ist auf den Grad der Schädigung der Betondecke im Fugenbereich abzustimmen (ggf. Feinfräsen).

Geschädigte Platten oder Plattenteile sind auf jeden Fall auszubauen und gemäß den ZTV BEB-StB durch Beton zu ersetzen. Geschädigte Fugenbereiche sollen ebenfalls instandgesetzt werden. Die Unterlage muss auf jeden Fall gründlich gesäubert werden. Lose Teile sind zu entfernen. Ein Ausbau der Fugenfüllstoffe ist nicht erforderlich. Eine Reinigung mit Hochdruckwasserstrahlen ist in der Regel nicht erforderlich. Die Betonunterlage muss trocken sein.

Notwendige Fräsarbeiten in Anschlussbereichen an vorhandene Fahrbahnbefestigungen bei Überbauungen mit Walzasphalten mit einer Dicke von 4 cm sind auf den Grad der Schädigung in den Fugenbereichen abzustellen (ggf. Feinfräsen). Stark ausgebrochene Fugenbereiche sind mit geeignetem Asphaltmaterial aufzufüllen (Korngröße beachten!).

Auf gefräster Unterlage kann eine geeignete Haftbrücke erforderlich sein. Empfohlen wird hierfür das Ansprühen mit einer Bitumenemulsion C40BF1-S gemäß den TL BE-StB 07 in einer Menge von 200 g/m².

Zur Vermeidung möglicher Blasenbildungen in den Asphaltsschichten sollte ansonsten keine Bitumenemulsion zum Einsatz kommen, da das Wasser beim Brechen der Bitumenemulsionen nicht nur in die Atmosphäre verdampft, sondern auch zum großen Teil in die Poren der Betondecke eindringt, aus denen das Wasser nur verdampfen kann.

Aus diesem Grund kommt als Schicht unter dem Walzasphalt nur die Herstellung einer Bitumenhaltigen Zwischenschicht gemäß den ZTV BEA-StB 09, Abschnitt 3.2.3 in Betracht.

Die Bitumenhaltige Zwischenschicht, oder auch "SAMI-Schicht" (Stress Absorbing Membrane Interlayer) genannt, dient neben der Verklebung und Abdichtung dem Spannungsabbau aus Horizontalbewegungen der unterschiedlichen Schichten (Beton, Asphalt).

Die Bitumenhaltige Zwischenschicht wird in der Regel mit einem höher Polymermodifizierten Bitumen 40/100-65 A gemäß den TL Bitumen-StB 07 in einer Menge von ca. 2,5 kg/m² hergestellt.

Das Bindemittel der Bitumenhaltigen Zwischenschicht ist auf eine trockene und nicht zu kalte Betonoberfläche aufzubringen. Dabei soll die Temperatur der Unterlage mindestens 15 °C betragen. Die Feuchtigkeit der Betondecke soll nicht mehr als 3 bis 4 % betragen. Die Oberflächentemperatur der Unterlage hat mindestens 3 K über der Taupunkttemperatur der umgebenden Luft zu betragen. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Bitumenhaltige Zwischenschicht nicht bei schnell steigenden Objekttemperaturen aufgebracht wird. Die Randbedingungen sind vor dem Aufbringen der Bindemittelschicht vom Auftragnehmer zu erfassen und zu dokumentieren. Hierfür sollte das Formblatt im Anhang verwendet werden.

Nach dem Aufbringen der Bindemittelschicht wird eine entstaubte und vorbituminierte Gesteinskörnung 8/11 der Kategorie SZ₁₈ mit einer Abstreumenge von 5,0 bis 10,0 kg/m² mittels Streuer in einer Lage gleichmäßig aufgebracht und anschließend gegebenenfalls mit einer Walze angeedrückt.

Die zum Abstreuen der Bindemittelschicht erforderliche Gesteinskörnung 8/11 sollte mit ca. 0,3 bis 0,5 M.-% Bitumen versehen sein. Dabei darf das Gestein nicht vollständig vom Bindemittel umhüllt sein, weil es sonst in Verbindung mit hohen Temperaturen zu Verklumpungen kommt und damit ein gleichmäßiges Abstreuen verhindert wird.

Die besten Erfahrungen wurden beim Aufbringen einer Abstreukörnung mit einer Temperatur von 40 °C bis 60 °C gemacht.

Der ideale Beginn des Abstreuens ist sehr unterschiedlich. Die Faktoren der Luft- und Fahrbahntemperatur sowie das verwendete Bitumen sind zu berücksichtigen.

Der Beginn des Abstreuens sollte in Abhängigkeit von der Lufttemperatur und dem Abkühlverhalten des Bindemittels ca. 15 bis 30 Minuten nach dem Aufbringen des Bindemittels erfolgen.

In Ausnahmefällen kann auch das Aufbringen der Abstreukörnung mit einem größeren zeitlichen Versatz erfolgen. Hierbei ist es erforderlich, zur Verklebung der Gesteinskörnung mit dem Bindemittel eine Gummiradwalze einzusetzen.

Die Abstreuerung dient nur der Befahrbarkeit Bindemittelschicht und sollte auf Lücke und nicht vollflächig erfolgen, so dass ca. 60 bis 70 % der Fläche der Bindemittelschicht bedeckt ist. Die erforderliche Menge der Gesteinskörnung hängt von der Temperatur der Gesteinskörnung und den klimatischen Bedingungen ab. Bei kühlem Wetter ist eine Abstreumenge von ca. 5 bis 7 kg/m² ausreichend. Bei Temperaturen ab ca. 20 °C und direkter Sonneneinstrahlung ist eine Abstreumenge von ca. 7 bis 10 kg/m² erforderlich, damit die Bindemittelschicht sowohl von den Streufahrzeugen als auch später von den Maschinen und Geräten für den Asphalteinbau befahren werden kann.

Nach dem Erkalten der Bitumenhaltigen Zwischenschicht ist das nicht gebundene Abstreumaterial durch eine Saugkehrmaschine aufzunehmen.



Abbildung 5: Aufbringen der SAMI-Schicht mit Abstreuerung auf einer Haftbrücke

Der Walzasphalt muss den Anforderungen der TL Asphalt-StB und den ZTV Asphalt-StB entsprechen. Geeignet ist hierfür ein Splittmastixasphalt SMA 11 S mit 40/100-65 A. Die Schichtdicke sollte mindestens 4,0 cm (100 kg/m^2) betragen. Der Hohlraumgehalt in der fertigen Schicht sollte mindestens 3 Vol.-% betragen. Geringere Hohlraumgehalte behindern die Dampfdruckentspannung, dieses kann zu einer Blasenbildung führen.

Während des Walzasphalteinbaus kann es bei Temperaturen ab ca. $20 \text{ }^\circ\text{C}$ und direkter Sonneneinstrahlung erforderlich werden, die Bitumenhaltige Zwischenschicht durch geeignete Maßnahmen vor einem Ankleben der Kettenlaufwerke des Einbaufertigers bzw. der Räder der Asphaltmischguttransportfahrzeuge zu schützen.

Das Verdichten des Splittmastixasphaltes hat vorzugsweise gerichtet, z.B. oszillierend zu erfolgen, um Kornzertrümmerungen auf der starren Betonunterlage zu vermeiden.

Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass bei einer Verwendung von Hochleistungsverdichtungsbohlen der Einbau ebenfalls ohne Vibration zu erfolgen hat. Damit wird dem Hochziehen des Bindemittels an die Oberfläche vorgebeugt.

Allgemeine Hinweise zum Übertragen von Fugen in die Asphaltkonstruktion sind dem Abschnitt 5.2 zu entnehmen.



Abbildung 6: Vorbereitete Betondecke mit instandgesetzten geschädigten Bereichen für eine Überbauung mit Walzasphalt ¹⁾

¹⁾ Um Hitzeschäden zu vermeiden, sollten geschädigte Platten oder Plattenteile grundsätzlich in Beton ersetzt werden (s.o.). Eine Instandsetzung mit Asphalt sollte auf den oberflächennahen Bereich beschränkt werden.

5.5 Überbauen von Betondecken mit einer Asphaltbinderschicht und einer Asphaltdeckschicht nach dem Abfräsen des Oberbetons

Das Überbauen einer Betondecke mit einer Asphaltbinderschicht und einer Asphaltdeckschicht nach dem Abfräsen des Oberbetons gemäß Tabelle 1, Spalte 4 soll nur dann zur Anwendung kommen, wenn nachweislich nur der Oberbeton von einer AKR betroffen ist und sich unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte (z.B. Folgekosten durch Anpassungen von Entwässerungseinrichtungen, Schutzeinrichtungen, Banketten oder sonstigen Höhenzwangspunkten) gegenüber einer Maßnahme nach Tabelle 1, Spalte 3 als günstiger herausstellt.

Anmerkung zum Abfräsen des geschädigten Oberbetons:

Bei einer starken Schwächung der Betondecke durch Abfräsen des Betons in Kombination mit hohen Temperaturgradienten durch den Asphalteinbau kann es zu Hitzeschäden kommen. Es ist darauf zu achten, dass eine Spannungsaufnahme sowie eine ausreichende Tragfähigkeit innerhalb der verbleibenden Betondecke gewährleistet sind. Dies gilt insbesondere auch in den geschädigten Fugenbereichen. Im Zweifelsfall ist ein rechnerischer Nachweis zu führen.

5.6 Erneuerung im Tiefenbau

Folgende Tragschichtvarianten sind bei den derzeit vorhandenen Betonfahrbahnen i. A. zu finden:

- Vliesstoff auf Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln,
- Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln (Verbundbauweise),
- Asphalttragschicht,
- Schottertragschicht.

Je nach Konstruktion ist es möglich, dass die Betondecke nicht getrennt von der Tragschicht ausgebaut werden kann und somit die Tragschicht mit auszubauen und zu erneuern ist. Dies ist bei der Planung von Maßnahmen zur Erneuerung im Tiefeinbau zu berücksichtigen. Aufgrund von Unterschieden im Schädigungsgrad, hohen Betonfestigkeiten und in Abhängigkeit vom Verhalten der Unterlage beim Entspannen können mehrere Arbeitsgänge erforderlich werden.

Dies betrifft z.B. Konstruktionen, bei denen die Betondecke direkt auf eine Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel (Verbundbauweise) gebaut wurde. Bei einer derartigen Bauweise ist davon auszugehen, dass auch nach langjähriger Nutzung ein voller oder teilweiser Verbund zur Tragschicht vorliegt. Es kann daher nicht grundsätzlich von einer problemlosen Ausbaubarkeit der vorhandenen Betondecke ausgegangen werden.



**Abbildung 7: Bauweise Betondecke auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel
links: Verbundlösung / rechts: teilweise Erosionserscheinungen**

Zwischenzeitlich gewonnene Erfahrungen zeigen, dass auch bei der Bauweise mit Vliesstoffzwischenenschicht in einigen Fällen ein Verbund der Betondecke zur Tragschicht bestehen kann, der die Ablösung mehr oder weniger stark erschwert. Daher gelten die vorstehenden Hinweise bei dieser Bauweise sinngemäß. Es wird empfohlen, das Verbundverhalten im Vorfeld abzuklären.

Schäden an der Unterlage müssen vor dem erneuten Überbauen behoben werden.

Bei der Bauweise Betondecke auf Schottertragschicht (STS_uB) ist die Erneuerung der Betondecke im Tiefeinbau mit Erhalt der Tragschicht i. d. R. problemlos durchführbar.

Die Verwendung der AKR-geschädigten Betondecke als Gesteinskörnung für den Unterbeton für einen zweischichtigen Beton ist auszuschließen.

5.7 Beispiele für die Instandsetzung von Bereichen mit Wasseraustritt bei Betondecken auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel

Sofern bei einer Betondecke auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel Wasser austritt, sollen bei Abschnitten mit größerer Längsneigung die nachfolgend exemplarisch aufgeführten Maßnahmen in einem Abstand von mindestens 60 m wiederholt werden.

Beispiel 1:

Austritt von Wasser innerhalb oder zwischen erstem Fahrstreifen und Seitenstreifen bei Quergefälle nach außen im Dammbereich

- Örtlicher Ausbau einer Plattenreihe über gesamten gebundenen Querschnitt oder
- örtlicher Ausbau von 3 bis 5 Platten hintereinander im ersten Fahrstreifen und Seitenstreifen.
- Neuer Aufbau:
 - Einbau 30 cm Baustoffgemisch aus natürlicher Gesteinskörnung gemäß den TL SoB-StB 04/07, Tabelle 5 und Tabelle 9 (teilweiser Ersatz der Frostschutzschicht),
 - Herausziehen der Schottertragschicht bis zur Böschungskante,
 - 30 cm Betondecke gemäß den ZTV Beton-StB 07.

Beispiel 2:

Austritt von Wasser im 2.Fahrstreifen bei Quergefälle zum Mittelstreifen

- Ausbau einer Plattenreihe über den gesamten gebundenen Querschnitt oder
- örtlicher Ausbau von 3 bis 5 Platten hintereinander im 2.Fahrstreifen.
- Neuer Aufbau:
 - Einbau 30 cm Baustoffgemisch aus natürlicher Gesteinskörnung gemäß den TL SoB-StB 04/07, Tabelle 5 und Tabelle 9 (teilweiser Ersatz der Frostschutzschicht),
 - Herausziehen der Schottertragschicht bis in den Mittelstreifen,
 - Einbau zusätzlicher Drainageleitungen mit Anschluss an Mittelstreifenentwässerung,
 - 30 cm Betondecke gemäß den ZTV Beton-StB 07.

Beispiel 3:

Austritt von Wasser vor dem 2. oder 3. Fahrstreifen bei 2- bzw. 3-streifiger Richtungsfahrbahn und Quergefälle zum Mittelstreifen

- Schneiden und Ausstemmen bzw. Fräsen eines mindestens 0,30 m breiten Streifens im Bereich der Wasseraustrittsstellen bis in die hydraulisch gebundene Unterlage je nach Abmessung der Sickerleitung,
- Einbau Sickerrohr: außerhalb des Sickerbereiches in Beton, im Sickerbereich mit Filter (Geotextil und filterstabiler Gesteinskörnung),
- Anschluss der Sickerleitung an vorhandene Entwässerung im Mittelstreifen¹⁾,
- Betondecke gemäß den ZTV Beton-StB 07 bis auf Höhe der vorhandenen Fahrbahn.

¹⁾ Bei Wasseraustritt vor dem 2. Fahrstreifen ist bei Dammlage das Herausführen der Sickerleitung nach außen in den Böschungsbereich möglich

6. Hinweise auf Prüfungen

Für die durchzuführenden Prüfungen sollen die jeweiligen, für die Art der gewählten Erhaltungsmaßnahmen geltenden Technischen Lieferbedingungen und Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien herangezogen werden.

Bei den Erhaltungsmaßnahmen DSK (Tabelle 1, Spalte 1) und Asphaltdeckschicht (Tabelle 1, Spalte 2) sollen in jedem Fall die Haftzugfestigkeiten gemäß den TP Asphalt-StB, Teil 81 ermittelt werden. Als Anforderungswerte können die in den ZTV BEA-StB 09 enthaltenen Werte für die Bauweisen DSK und DSH-V herangezogen werden.

7. Anhang

7.1 Formblatt Äußere Bedingungen

Äußere Bedingungen			
Baumaßnahme			
Bauabschnitt			
Auftraggeber			
Auftragnehmer			
Datum/ Uhrzeit	Bauteil	1 Lufttemperatur 2 Taupunkttemperatur 3 Objekttemperatur 4 relative Luftfeuchte	Unterschrift des Auftragnehmers
		1 °C	
		2 °C	
		3 °C	
		4 %	
		1 °C	
		2 °C	
		3 °C	
		4 %	
		1 °C	
		2 °C	
		3 °C	
		4 %	
		1 °C	
		2 °C	
		3 °C	
		4 %	
Bemerkungen			