



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR

Ministerium für Verkehr • Postfach 10 34 52 • 70029 Stuttgart

Lediglich per E-Mail:

Abteilungen 4 der Regierungspräsidien
Stuttgart
Karlsruhe
Freiburg
Tübingen

Stuttgart 06.04.2021
Name Fabian Hölz
Telefon +49 (711) 231-3633
E-Mail Fabian.Hoelz@vm.bwl.de
Geschäftszeichen VM2-3945-75/1/2
(Bitte bei Antwort angeben)

Nachrichtlich:

Mobilitätszentrale BW beim Regierungspräsidium Tübingen
Rechnungshof Baden-Württemberg
Gemeindeprüfungsanstalt Baden-Württemberg
Landkreistag Baden-Württemberg
Städtetag Baden-Württemberg
Gemeindetag Baden-Württemberg
Landesvereinigung Bauwirtschaft Baden-Württemberg
Deutscher Asphaltverband Regionalvorstand Baden-Württemberg
Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V.
Arbeitsgemeinschaft unabhängiger Baustoffprüfstellen Baden-Württemberg
KIT, Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen

 Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton (Stand März 2019)
Schreiben des Ministerium für Verkehr und Infrastruktur vom 28. Juni 2012,
Az.: 23-3945.40/145

Anlagen

- Rundschreiben Straßenbau vom 11. Dezember 2020,
Az.: StB 27/7182.8/5/3426028
- Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton

Informationen zum Schutz personenbezogener Daten nach der DSGVO finden sich auf der Internetseite des Ministeriums für Verkehr unter „Service“ / „Datenschutz“. Auf Wunsch werden diese Informationen in Papierform versandt.

Allgemeines

Mit dem beigefügten Rundschreiben (RS) vom 11. Dezember 2020 hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur die Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR- geschädigten Fahrbahndecken aus Beton (Stand März 2019) bekannt gegeben.

Die Empfehlungen sind eine Entscheidungshilfe für die Schadenserkenkung und Einstufung in eine Schadenskategorie. In Abhängigkeit von der Schadenskategorie werden die technischen Möglichkeiten für die Bauliche Erhaltungsplanung von AKR- geschädigten Betonfahrbahndecken abgeleitet und Empfehlungen zur Bauausführung gegeben.

Anwendung in Baden-Württemberg

Die Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR- geschädigten Fahrbahndecken aus Beton (Stand März 2019) werden hiermit für die Bundes- und Landesstraßen eingeführt.

Den kommunalen Straßenbaulastträgern wird empfohlen, diese Regelungen ebenfalls anzuwenden.

Die Regierungspräsidien werden gebeten, die Landratsämter und Stadtkreise als untere Verwaltungsbehörden entsprechend zu informieren.

Bezug der Unterlagen

Die Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR- geschädigten Fahrbahndecken aus Beton (Stand März 2019) sind in der Liste der Regelwerke der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg im Internet- und Intranetangebot der Mobilitätszentrale Baden-Württemberg beim Regierungspräsidium Tübingen im Sachgebiet 04 Straßenbefestigung – 04.4 Bauweisen eingestellt.

Schlussbestimmungen

Dieses Einführungsschreiben wird entsprechend der VwV Re-StB-BW vom 1. Juli 2008 in die Liste der Regelwerke der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg im Internet- und Intranetangebot der Mobilitätszentrale Baden-Württemberg beim Regierungspräsidium Tübingen im Sachgebiet 04 Straßenbefestigung – 04.4 Bauweisen eingestellt.

Das Bezugsschreiben des Ministerium für Verkehr und Infrastruktur vom 28. Juni 2012, Az.: 23-3945.40/145, mit welchem das bisherige Rundschreiben: „Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) im Betondeckenbau; Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton“ eingeführt wurde, wird hiermit aufgehoben.

gez. Uhlmann



Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur • Postfach 20 01 00, 53170 Bonn

Oberste Straßenbaubehörden
der Länder

Die Autobahn GmbH des Bundes

-ausschließlich per E-Mail -

Nachrichtlich

Fernstraßen-Bundesamt

DEGES Deutsche Einheit
Fernstraßenplanungs- und
-bau GmbH

Bundesanstalt für Straßenwesen

Gerhard Rühmkorf
Leiter der Unterabteilung StB 2

HAUSANSCHRIFT
Robert-Schuman-Platz 1
53175 Bonn

POSTANSCHRIFT
Postfach 20 01 00
53170 Bonn

TEL +49 (0)228 99-300-5272

ref-stb27@bmvi.bund.de
www.bmvi.de

Rundschreiben Straßenbau

**Sachgebiet 04.0: Straßenbefestigungen; Allgemeines
Sachgebiet 04.4: Straßenbefestigungen; Bauweisen**

(Dieses RS wird im Verkehrsblatt veröffentlicht)

**Betreff: Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche
Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton (Stand
März 2019)**

Bezug 1: Schreiben vom 30.04.2012, StB 27/7183.3/2-2/1450970

Aktenzeichen: StB 27/7182.8/5/3426028

Datum: Bonn, 11.12.2020

Seite 1 von 3

Anlage: 1

In meinem Schreiben vom 30.04.2012 bat ich um Anwendung der oben angegebenen Empfehlungen als Entscheidungshilfe für die Schadenserken-
nung und die daraus abzuleitende Erhaltungsplanung. Dieses Schreiben
hebe ich hiermit auf.





Seite 2 von 3

Die „Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigtem Beton“ gelten für Fahrbahndecken aus Beton, die nach den ZTV Beton-StB hergestellt wurden und Merkmale einer schädigenden AKR aufweisen. Sie wurden von der hierfür eingerichteten Bund-Länder-Expertengruppe fortgeschrieben.

Die Empfehlungen sind eine Entscheidungshilfe für die Schadenserkennung und Einstufung in eine Schadenskategorie. In Abhängigkeit von der Schadenskategorie werden die technischen Möglichkeiten für die Bauliche Erhaltungsplanung von AKR-geschädigten Betonfahrbahndecken abgeleitet und Empfehlungen zur Bauausführung gegeben.

In die überarbeiteten Empfehlungen wurden zwei neue Schadenskategorien aufgenommen: Schadenskategorie 0 wird vergeben, wenn bekannt ist, dass im begutachteten Streckenabschnitt potentiell AKR-reaktives Gestein verwendet wurde, jedoch noch keine Schadensmerkmale aufgetreten sind. Schadenskategorie IV-U ergänzt die Erkenntnis, dass starke Schädigungen (Längsrisse, Eckabbrüche an Fugenkreuzen) auch ohne Verfärbungen im Oberbeton auftreten können, was auf eine ablaufende AKR im Unterbeton hinweist.

Des Weiteren wurde die Erhaltungsmatrix auf vier Möglichkeiten reduziert. Als Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen sind nach heutigem Erkenntnisstand die Hydrophobierung (OS-A) bei Schadenskategorie 0 und I und die Überbauung mit Asphaltdeck- bzw. Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht bei bereits fortgeschrittener AKR-Schädigung zu empfehlen. Ein Ersatz der Betondecke durch grundhafte Erneuerung ist bereits ab Schadenskategorie I in Erwägung zu ziehen.

Dagegen werden die Maßnahmen Hydrophobierung mit Leinölfirnis und Überbauung mit dünner Asphaltdeckschicht in Kaltbauweise (DSK) nicht mehr empfohlen.

Ich bitte, die als Anlage beigefügten Empfehlungen als Entscheidungshilfe für die Schadenserkennung und bei nachgewiesener schädigender AKR für die Planung der entsprechenden Erhaltungsmaßnahme anzuwenden.

Der Nachweis einer AKR erfolgt durch einen von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) zugelassenen Gutachter. Eine aktuelle Liste der derzeit zugelassenen Gutachter ist auf der folgenden Internetseite: www.bast.de unter „Straßenbau/Qualitätsbewertung/Listen/Liste der anerkannten Einrichtungen für die Erstellung von AKR-Gutachten“ zu finden.





Seite 3 von 3

Damit neue Erkenntnisse zur Vermeidung von AKR-Schäden gesammelt werden können, bitte ich weiterhin, die entsprechenden Schadensgutachten an die BAST, Referat „Betonbauweisen“, Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach zu senden.

Im Auftrag
Gerhard Rühmkorf



Beglaubigt:

Dick

Angestellte



Empfehlungen

für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton

März 2019

aufgestellt von

Prof. Dr.-Ing. R. Anger † (BB) , Dipl.-Ing. C. Aulenbach (BMVI), Dipl.-Ing. W. Bednorz (BMVI), Dipl.-Ing. R. Bender (MV), Dipl.-Ing. S. Bilgeshausen (BMVI), Dipl.-Ing. U. Blume (BASt), Dipl.-Ing. A. Dietz (SN), Dr.-Ing. E. Eickschen (VDZ), Dipl.-Ing. U. Etienne (HE), Prof. Dr. K.-J. Hünger (TU Cottbus), Dipl.-Ing. S. Huland (BASt), Dipl.-Ing. B. Jannicke (NW), Dipl.-Ing. J. Klee (BB), Dipl.-Ing. G. Köditz (TH), Dipl.-Ing. C. Krelle (ST), Dipl.-Ing. R. Kretz (HE), Dipl.-Ing. J. Kronemann (BAM), Dr. O. Kuhl (HE), Dipl.-Ing. T. Kuhlmann (NI), Dipl.-Ing. J. Kuhnsch (BASt), Dipl.-Ing. D. Marquardt (ST), Dipl.-Ing. R. Mühle (SN), Dipl.-Ing. T. Riedl (DEGES), Dr.-Ing. K.-H. Rother (ST), Dipl.-Ing. V. Schäfer (Schäfer Consult), Prof. Dr. M. Schüßler (BB), Dipl.-Ing. J. Terlinden (BE), Dr.-Ing. F. Weise (BAM), Dr.-Ing. M. Wieland (BASt)

Basierend auf dem Entwurf der „Hinweise für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton“ (H BEB AKR) aus 2014 sowie der bereits vorliegenden „Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton“ aus 2012 wurden die Empfehlungen durch eine Bund/Länder-Arbeitsgruppe unter Berücksichtigung der bis 2019 im Rahmen der baulichen Erhaltung gesammelten Erfahrungen fortgeschrieben.

Für die vertragsrelevanten Regelungen der Baulichen Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton sind die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen - Betonbauweisen“ maßgebend.

Inhalt

1 ALLGEMEINES	4
1.1 VORBEMERKUNGEN	4
1.2 ANWENDUNGSBEREICH	4
1.3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	4
1.4 GRUNDLAGEN ZUM SCHADENSMECHANISMUS.....	5
1.5 ALKALIEMPFINDLICHE GESTEINSKÖRNUNGEN	6
1.6 ALKALIGEHALT.....	7
1.7 FEUCHTIGKEIT	7
1.8 PRÜFUNGEN.....	7
2 SCHADENSDIAGNOSE	8
3 SCHADENSKATEGORIEN UND SCHADENSENTWICKLUNG DER AKR	9
3.1 SCHADENSKATEGORIEN	9
3.2 SCHADENSENTWICKLUNG.....	13
4 BAUGRUNDSÄTZE	15
4.1 ALLGEMEINES.....	15
4.2 VERKEHRSFÜHRUNG.....	15
4.3 AUSFÜHRUNGSZEIT	16
4.4 UNTERLAGE	16
4.5 HINWEISE ZUR FUGENAUSBILDUNG BEIM ÜBERBAUEN MIT ASPHALT.....	18
5 BAULICHE ERHALTUNG	19
5.1 ALLGEMEINES.....	19
5.2 TEMPORÄRE INSTANDHALTUNG	20
5.3 HYDROPHOBIERUNG	21
5.3.1 ALLGEMEINES	21
5.3.2 BAUSTOFFE.....	21
5.3.3 AUSFÜHRUNG.....	22
5.3.4 PRÜFUNGEN.....	23
5.3.5 ABRECHNUNG DER HYDROPHOBIERUNGSMITTELMENGE	25
5.3.6 VERKEHRSFREIGABE.....	25
5.4 ÜBERBAUEN MIT ASPHALT	25
5.4.1 ALLGEMEINES.....	25
5.4.2 BAUSTOFFE	25
5.4.3 UNTERLAGE	26
5.4.4 AUSFÜHRUNG.....	27
5.4.5 ANFORDERUNGEN.....	29
5.5 ERNEUERUNG DER BETONDECKE	29
6 WIEDERVERWENDUNG DES AUSGEBAUTEN BETONS	30
ANHÄNGE	31

1 Allgemeines

1.1 Vorbemerkungen

Die Empfehlungen sind eine Entscheidungshilfe für die Schadenserkennung und Einstufung AKR-geschädigter Betondecken in eine Schadenskategorie. In Abhängigkeit von der Schadenskategorie werden Möglichkeiten für die Planung einer geeigneten Erhaltungsmaßnahme abgeleitet und Empfehlungen zur Bauausführung gegeben. Hierbei sind z. B. abweichende Verkehrsbelastungen sowie die Wirtschaftlichkeit der Baulichen Erhaltungsmaßnahme zu berücksichtigen.

1.2 Anwendungsbereich

Die „Empfehlungen für die Schadensdiagnose und die Bauliche Erhaltung von AKR-geschädigtem Beton“ gelten für Fahrbahndecken aus Beton, die nach den ZTV Beton-StB hergestellt wurden und Merkmale einer schädigenden AKR aufweisen.

Für besondere Anwendungsgebiete, wie z. B. Flugbetriebsflächen, Straßen für militärische Schwerfahrzeuge, ländliche Wege etc. sollten gegebenenfalls weitere einschlägige Technische Regelwerke beachtet werden.

1.3 Begriffsbestimmungen

Die nachfolgenden Begriffe ergänzen die in den ZTV BEB-StB enthaltenen Begriffsbestimmungen.

Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR): chemische Reaktion unterschiedlicher Formen reaktiver Kieselsäure ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) von Gesteinskörnungen mit den Alkalihydroxiden (NaOH, KOH) der basischen Porenlösung innerhalb des erhärteten Betons

CM-Gerät: (CM=Calciumcarbid-Methode), Gerät zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Beton (siehe ZTV ING, Anhang A).

Entspannungsbereiche: über die gesamte Fahrbahnbreite und Dicke der Betondecke verlaufende mindestens 1 m breite Asphaltbefestigungen.

Instandhaltung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton: Bauliche Maßnahmen kleineren Umfangs im Bereich der Fugen und Fugenkreuze zur Beseitigung von Rissen sowie Ab- und Ausbrüchen.

Instandsetzung von AKR-geschädigten Fahrbahndecken aus Beton: Bauliche Maßnahmen zur Substanzerhaltung, die zeitlich begrenzt wirken.

OS-A: Maßnahmen zum Schutz der Betonoberfläche durch Hydrophobierung.

Porenlösung: Alkalische Lösung, die bei der Zementhydratation gebildet wird.

Raumfuge: Fuge, die Bauteile in ganzer Dicke trennt und eine Ausdehnung ermöglicht.

Schadenskategorie: Nach festgelegten Schadensmerkmalen definierter Schadenszustand der Betondecke

Schwindrisse: Feine, oberflächennahe Netzzrisse infolge Volumenverminderung des Festbetons durch Austrocknen (i.d.R. Rissbreite $\leq 0,1$ mm).

Unterlage: Bereich einer AKR-geschädigten Fahrbahndecke aus Beton, auf die eine Hydrophobierung aufgebracht oder die mit Asphalt überbaut werden soll.

Wirksamer Alkaligehalt: Alkaligehalt, der während der Hydratation des Zements in der Porenlösung freigesetzt wird und für eine Reaktion mit alkaliempfindlichen Bestandteilen einer Gesteinskörnung zur Verfügung steht.

1.4 Grundlagen zum Schadensmechanismus

Reaktive Kieselsäure ist ein Bestandteil bestimmter Gesteinskörnungen. Die in der Porenlösung des Betons enthaltenen Alkalien (Natrium und Kalium) stammen aus dem Zement und gegebenenfalls aus den Betonzusatzstoffen und/oder Betonzusatzmitteln. Darüber hinaus dringen Alkalien auch von außen durch den Auftrag von Taumitteln in den Beton ein. Als Reaktionsprodukt der AKR bildet sich Alkali-Kieselsäure-Gel. Wasser und Kalzium können in die Gelstruktur aufgenommen werden. Dadurch kommt es zur Volumenvergrößerung des Gels.

Eine AKR läuft in vielen Betonen ab, ohne eine Schädigung hervorzurufen. Überschreitet im Verlauf der AKR jedoch der Quelldruck des Gels die Zugfestigkeit des Betons, liegt eine betonschädigende AKR vor. Diese äußert sich in Form von Rissen und/oder schalenförmigen Abplatzungen. Häufig beginnt die Schädigung im Bereich der Fugen.

Der Prozess der AKR ist irreversibel. Der Ablauf und das Ausmaß einer betonschädigenden AKR hängen von verschiedenen Einflussfaktoren ab. Bekannt sind zurzeit:

- die Alkalireaktivität der verwendeten Gesteinskörnungen,
- der wirksame Alkaligehalt innerhalb der Porenlösung,
- der Feuchtigkeitsgehalt der Betondecke und
- die Temperatur der Betondecke.

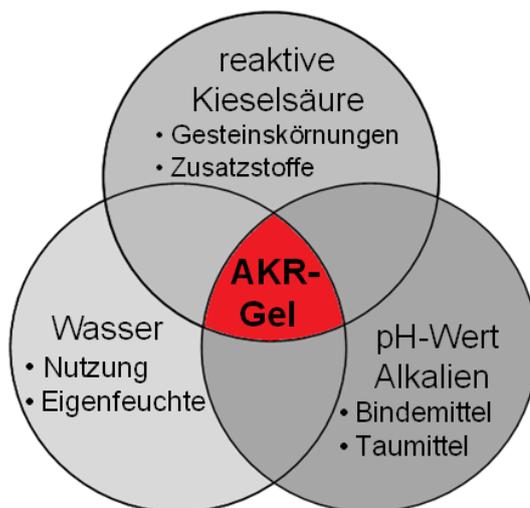


Bild 1: Schema Alkali-Kieselsäure-Reaktion

Die konkrete zeitliche Entwicklung der Schädigung von Betonfahrbahndecken ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht vorhersagbar, da neben der Betonzusammensetzung weitere Faktoren das Auftreten und den Verlauf einer AKR mitbestimmen.

Exemplarisch können hierfür genannt werden:

- baustofftechnische Faktoren (z. B. Betonzusammensetzung),
- bautechnische Faktoren (z. B. Bauweisen, Ausführungsart, Fugenzustand),
- bauliche Randbedingungen (z. B. Temperaturen während der Herstellung und Erhärtung des Betons, ungünstige hydrogeologische Verhältnisse),
- betriebliche Faktoren (z. B. Alkalizufuhr von außen durch Taumittleintrag beim Winterdienst)
- verkehrliche Faktoren (z. B. erhöhter Anteil Schwerverkehr, Fahrstreifenbreiten),
- klimatische Faktoren (z. B. Hitzeperioden, Anzahl der Frost-Tauwechsel)
- vorhandene Vorschädigungen (z. B. Rissbildung).

1.5 Alkaliempfindliche Gesteinskörnungen

Der Reaktionsablauf zwischen den Gesteinskörnungen und den Alkalihydroxiden der Porenlösung des Betons wird hauptsächlich bestimmt durch:

- die Menge und Korngröße der reaktionsfähigen Bestandteile der Gesteinskörnung sowie
- den kristallinen Zustand der Kieselsäure, d. h. die vorliegende SiO_2 -Modifikation innerhalb der Gesteinskörnung und den Grad der Kristallgitterstörungen.

Als besonders empfindlich gelten die folgenden SiO_2 -Modifikationen:

- amorpher Opal (Opal A),
- teilkristalliner Opal (Opal C-T),
- Chalcedon,
- Cristobalit,
- Tridymit sowie
- SiO_2 -führende Gesteinsgläser.

Generell wird bei alkaliempfindlichen Gesteinskörnungen zwischen den schnell und den langsam (slow/late) reagierenden Gesteinskörnungen unterschieden. Typische Vertreter der schnell reagierenden Gesteinskörnungen sind Gesteine, wie z. B. der Opalsandstein des norddeutschen Raumes oder poröser Flint. Zu den langsam reagierenden (slow/late) Gesteinskörnungen zählen z. B. bestimmte Quarzporphyre und Grauwacken sowie grobe gebrochene Gesteinskörnungen des Oberrheins oder auch grobe ungebrochene Gesteinskörnungen aus dem mitteldeutschen Raum.

Bei der SiO_2 -Modifikation Quarz steigt die Bereitschaft zur Reaktion mit Alkalihydroxiden und somit zu einer schädigenden AKR mit der Zunahme von Kristallgitterstörungen (gestresster Quarz). Grobkristalliner, ungestörter Quarz reagiert nur geringfügig mit Alkalien. Gestresste, d. h. durch tektonische Einflüsse belastete Quarze, weisen hingegen eine deutlich erhöhte Bereitschaft zur Ausbildung einer schädigenden AKR auf. Als Beispiele für Gesteinskörnungen, die gestresste Quarze beinhalten können, sind Gneise, Mylonite, Grauwacken und tektonisch beanspruchte Granite zu nennen.

Vermindert sich die Korngröße der SiO_2 -Modifikation Quarz in den Bereich unter $10\ \mu\text{m}$, so wird diese Quarzvarietät als mikro- bzw. kryptokristalliner Quarz bezeichnet. Innerhalb dieses geringen Korngrößenbereiches gilt Quarz als Bestandteil von Gesteinskörnungen ebenfalls als potenziell alkaliempfindlich. Als Gesteinsbeispiel hierfür stehen bestimmte Quarzporphyre und Grauwacken.

1.6 Alkaligehalt

Ein hoher wirksamer Alkaligehalt der Porenlösung fördert bei alkaliempfindlichen Gesteinskörnungen die Bildung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion, bei der die im Porenwasser gelösten Alkalien mit den kieselsäurehaltigen Bestandteilen der Gesteinskörnung reagieren.

Die Alkalien stammen zum Teil aus dem Zement bzw. aus der zusätzlichen Alkalizufuhr von außen durch Taumittelbeaufschlagung.

1.7 Feuchtigkeit

Eine schädigende AKR ist maßgeblich von der vorhandenen Feuchte im Beton sowie der Umgebung abhängig und entsteht nur bei ständiger oder wechselnder Durchfeuchtung der Betonfahrbahndecke.

1.8 Prüfungen

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

2 Schadensdiagnose

Kennzeichnend für eine schädigende AKR können farbliche Veränderungen in den Fugenbereichen, Risse sowie eine Verschotterung bis hin zum Substanzverlust sein. 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.

Im Zusammenhang mit der Beurteilung des Schadensbildes ist anzumerken, dass sich die Rissbilder einer schädigenden AKR insbesondere anfänglich nicht von den Rissbildern unterscheiden, die durch andere volumenverändernde Vorgänge, wie z. B. durch Schwinden des Betons, hervorgerufen werden.

Eine AKR kann je nach ein- oder zweischichtiger Bauweise der Betondecke von der Oberseite der Betondecke und/oder vom Unterbeton ausgehen. Ob eine schädigende AKR vorliegt, muss von einem AKR-Gutachter geprüft werden. Hierzu sind Ober- und/oder Unterbeton zu untersuchen. Bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wird eine Liste der anerkannten AKR-Prüfstellen und AKR-Gutachter geführt (www.bast.de, unter Straßenbau - Qualitätsbewertung - Listen). Werden Gutachter bestellt, die nicht in der BASt-Liste aufgeführt sind, ist dies mit der BASt abzustimmen. Darüber hinaus wird empfohlen, die Fremdüberwachungsstelle, die die Gesteinskörnungen im AKR-geschädigten Beton überwacht hat, in die Untersuchungen einzubeziehen.

Für die Feststellung einer schädigenden AKR und die Prognose des Schadensfortschritts existieren verschiedene Prüfverfahren. Hierzu werden aus der Betondecke Bohrkern entnommen, an denen nach spezieller Lagerung unter Feuchte- und Alkalizufuhr Dehnungsmessungen durchgeführt werden. In Kombination mit polarisationsmikroskopischen, mikrochemischen und röntgendiffraktometrischen Untersuchungen können Aussagen hinsichtlich einer Riss- und Gelbbildung und zum Mineralphasenbestand gewonnen werden. Die Bohrkern für die letztgenannten Untersuchungen sind dort zu entnehmen, wo eine Schädigung sichtbar und eine schädigende AKR offensichtlich stattfindet (Beispiel Bohrkernentnahmeschema, siehe Anlage B).

Der Zeitaufwand für die Schadensdiagnose kann in Abhängigkeit des gewählten Prüfverfahrens mehr als ein halbes Jahr betragen, was nach Erfahrungen in der Praxis dazu führen kann, dass die Schadensmerkmale nach Abschluss der Untersuchungen infolge eines sehr schnellen Schadensfortschritts bereits der nächsthöheren Schadenskategorie zuzuordnen sind. Dies sollte bei der Festlegung der Erhaltungsmaßnahme berücksichtigt werden.

Wird eine AKR als Schadensursache identifiziert, sollte zeitnah eine geeignete Erhaltungsmaßnahme durchgeführt werden, um den Schadensfortschritt weitgehend aufzuhalten bzw. zu verzögern. Bei Schadenskategorie II O, III O und IV U kann die Planung der Erhaltungsmaßnahme und die Begutachtung parallel laufen. Für die Wahl einer wirtschaftlichen Maßnahme ist außer der Schadenskategorie die angestrebte Nutzungsdauer der Erhaltungsmaßnahme zu berücksichtigen.

3 Schadenskategorien und Schadensentwicklung der AKR

3.1 Schadenskategorien

Die Zuordnung eines vorliegenden Schadens zu einer von fünf Schadenskategorien ist gemäß den aufgeführten Schadensmerkmalen in Verbindung mit einer Untersuchung nach Abschnitt 2 vorzunehmen.

Wenn die Oberfläche der Betondecke im geschädigten Streckenabschnitt eine sehr heterogene Merkmalsverteilung aufweist, ist bei der Zuordnung des für eine Erhaltungsmaßnahme vorgesehenen Abschnittes von der jeweils höchsten Schadenskategorie unter Berücksichtigung der anteiligen Fläche auszugehen.

Auf Grundlage der Schadensdiagnose und der erfolgten Zuordnung der vorhandenen AKR-Schäden in eine der Schadenskategorien kann mit Hilfe von Tabelle 2 eine Erhaltungsmaßnahme gewählt werden. Auf die einzuhaltenden Randbedingungen und die Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen wird hingewiesen.

Schadenskategorie 0

- keine äußeren AKR-Merkmale erkennbar, aber Verwendung einer alkaliempfindlichen Gesteinskörnung in der Betondecke,
- keine äußeren AKR-Merkmale erkennbar, aber schädigende AKR auf Grund von Untersuchungen zu erwarten.

Schadenskategorie I O

- ausgehend von Oberseite der Betondecke
- Verfärbung im Bereich der Quertugen / Fugenkreuzungen (i. A. beginnend im Fugenkreuz),
- keine über Schwindrisse hinausgehende Netzrissbildung.



Bild 2: Beispiel für Schadenskategorie I O – Übersicht Verfärbung im Fugenbereich

Schadenskategorie II O

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



Bild 3: Beispiel für Schadenskategorie II O – Übersicht Längsrissbildung in Rüttelgassen



Bild 4: Beispiel für Schadenskategorie II O – Detail Rissbildung im Fugenkreuz

Schadenskategorie III O

- ausgehend vom Oberseite der Betondecke
- ausgeprägte Verfärbungen im Bereich der Fugen sowie in den Fahrbahnplatten,
- sehr ausgeprägte Rissbildungen (häufig mit Verfärbungen),
- Kantenschäden sowie Eckaus- und -abbrüche und/oder,
- Substanzverlust, z. B. beginnende „Verschotterung“ im Querfugenbereich.



Bild 5: Beispiel für Schadenskategorie III O – Übersicht Verschotterung im Quersfugenbereich



Bild 6: Beispiel für Schadenskategorie III O – Detail Verschotterung

Schadenskategorie IV U

- ausgehend vom Unterbeton
- keine Verfärbungen im Bereich der Fugen und Fahrbahnplatten
- rautenförmige Rissbildung an den Fugenkreuzen
- Verschotterung bis hin zu Einbrüchen an den Fugenkreuzen
- mögliche Längsrissbildung in den Betonplatten



Bild 7: Schadenskategorie IV U - Schäden in den Fugenkreuzen ohne sichtbare Verfärbung



Bild 8: Beispiel für Schadenskategorie IV U - Detail Rissbildung mit beginnender Verschotterung im Fugenkreuz, ohne Verfärbung im Fugenbereich



Bild 9: Beispiel für Schadenskategorie IV U – Übersicht Längsrissbildung bei AKR aus Unterbeton

3.2 Schadensentwicklung

Im Regelfall wurden Schäden an Betonfahrbahndecken erst nach mehrjähriger Nutzungsdauer festgestellt. Allgemein ist zu beobachten, dass die Schadensentwicklung anfangs relativ langsam, jedoch mit zunehmendem Schädigungsgrad immer schneller verläuft, die AKR-Schädigung also nicht linear verläuft. Der Zeitraum zwischen der Zustandserfassung, der Ausschreibung und der Ausführung einer Erhaltungsmaßnahme sollte darum möglichst kurz gehalten werden. Bei einem größeren zeitlichen Abstand zwischen Zustandsfeststellung und Ausschreibung ist der Schädigungsgrad auf Aktualität zu prüfen.

In vielen Fällen ist eine signifikante Schadenszunahme nach den ersten Hitzeperioden im Frühsommer festzustellen. In Einzelfällen wurde ein schneller Schadensfortschritt festgestellt, der in kürzester Zeit von Schadenskategorie I O zu Schadenskategorie III O führte, ohne eine signifikante Erhöhung der Verkehrsbelastung oder andere veränderte äußere Bedingungen. Die ungleichmäßige Entwicklung in den Schadensmerkmalen und deren Ausprägung lässt in der Regel bei AKR-Schäden der Schadenskategorien I O und II O einen Planungsvorlauf von etwa 1 bis 2 Jahren zu.

Geht eine AKR vom Unterbeton aus, sind zunächst keine Schadensmerkmale an der Oberfläche erkennbar.

Das Reaktionspotenzial im Unterbeton führt anfangs nur in den Fugenkreuzen mit defekter, undichter Fugenfüllung infolge des Wasser- und Tausalzeintrages zu Rissen und letztendlich zu Einbrüchen.

Findet die schädigende Reaktion infolge des Alkalienangebots und möglichen Wasserzutritts zum Unterbeton aus der Unterlage im gesamten Unterbeton statt, gibt es derzeit Hinweise darauf, dass es durch die Volumenzunahme infolge der

AKR zum Zugspannungsaufbau und dann zur Längsrissbildung kommt, die aufgrund der Verbundsituation von Ober- und Unterbeton an der Oberseite der Betondecke sichtbar wird.

Eine sorgfältige Fugenpflege kann die im Fugenkreuzbereich beginnende schädigende AKR aus dem Unterbeton verzögern.

Problematisch für die Durchführung von Erhaltungsmaßnahmen ist die Situation, bei der beide Richtungsfahrbahnen eines Streckenabschnittes von AKR betroffen sind. Während der Bauphase auf einer Richtungsfahrbahn muss die AKR-geschädigte Betondecke der anderen Richtungsfahrbahn den gesamten Verkehr beider Richtungsfahrbahnen aufnehmen. Durch besonders konzentriert spurfahrenden Verkehr ist insbesondere in den Fugenbereichen und im Seitenstreifen mit einer erheblichen Schadenszunahme, bis zum totalen Versagen der befahrenen Richtungsfahrbahn, auszugehen.

4 Baugrundsätze

4.1 Allgemeines

Für die Bauliche Erhaltung von Fahrbahndecken aus Beton sind die ZTV BEB-StB zu vereinbaren.

Wenn im Rahmen der Maßnahmen Schichten aus Asphalt angewendet werden, sind die ZTV BEA-StB zu vereinbaren.

Ergänzende Hinweise zu Baugrundsätzen zu den einzelnen Maßnahmen werden jeweils in den zugehörigen Abschnitten gegeben.

Alle Maßnahmen zielen in erster Linie darauf ab, die Betondecke vor der Zufuhr von Feuchtigkeit und Alkalien über die Fahrbahnoberfläche zu schützen, um das Fortschreiten der AKR und damit eine Schadenszunahme soweit wie möglich zu verlangsamen. Um über die Art der Erhaltungsmaßnahme entscheiden zu können, sind gegebenenfalls zusätzliche Untersuchungen erforderlich, wie z. B. die Detektion von horizontalen Rissen im Querscheinfugenbereich (in der Regel 1 bis 3 Horizontalrisse über gesamten Betonquerschnitt), Zustand der Tragfähigkeit der SoB, etc.).

Grundsätzlich sind AKR-geschädigte Betondecken in ihrer gesamten Dicke in die Erhaltungsmaßnahme einzubeziehen. Werden AKR-geschädigte Betondecken mit Asphalt überbaut, sollte nur in Ausnahmefällen und/oder bei guten Erfahrungen ein Teilersatz durch vorheriges Abfräsen erfolgen, z. B. bei Höhenzwangspunkten (Entwässerungseinrichtungen, Bauwerke, etc.), die bei Überbauen ohne Fräsen der Betondecke eine aufwändige höhenmäßige Anpassung aller Nebenanlagen erforderlich machen würden, oder bei zeitlichen Zwängen. Die Frästiefe sollte so gering wie möglich gewählt werden. Liegt eine horizontale Rissbildung in den Quer- bzw. Längsfugen vor, ist dies bei der Festlegung der Frästiefe und der daraus resultierenden Wahl der Instandsetzungsvariante zu berücksichtigen. Sollte die Restdicke der Betondecke 22 cm unterschreiten, sind Spannungsbereiche in der Betondecke zum Schutz vor Hitzeschäden entsprechend Abschnitt 5.4.3 anzuordnen.

4.2 Verkehrsführung

Durch konzentriert spurfahrenden Verkehr kann es zu einer exponentiellen Schadensentwicklung kommen.

Empfohlen wird daher in der ersten Bauphase (Bauliche Erhaltung oder Erneuerung der 1. Richtungsfahrbahn) eine

- 2+0 – Verkehrsführung bei RQ 29,5 (Fahrbahnbreite 11,5 m) bzw.
- 4+0 – Verkehrsführung bei RQ 35,5 (Fahrbahnbreite 14,5 m)

Im Hinblick auf die Gefahr von Stauerscheinungen in einer 2+0-Verkehrsführung ist gegebenenfalls eine andere Verkehrslösung zu wählen. Diese Entscheidung ist als Einzelfallentscheidung zu treffen.

Angestrebt werden sollte für beide Richtungsfahrbahnen die Durchführung der baulichen Erhaltungsmaßnahme oder der Erneuerung innerhalb eines Jahreszyklus, um weitere schädigende und den Schadensprozess beschleunigende Einflussfaktoren aus Verkehrsbeanspruchungen oder/und Witterungsbedingungen (z. B. Frost-Tausalz-Beanspruchung) auszuschließen.

4.3 Ausführungszeit

Die Ausführungszeit sollte so geplant werden, dass die Arbeiten möglichst bei günstigen Wetterbedingungen durchgeführt werden.

Bei allen Arbeiten sollten die wetterbedingten Einschränkungen beachtet werden, z. B. Niederschläge, Frost oder Hitze. Näheres wird für die jeweiligen Bauverfahren in den zugehörigen Abschnitten aufgeführt.

4.4 Unterlage

Vor Durchführung der jeweiligen Maßnahme muss die Unterlage hinsichtlich ihrer Eignung überprüft und beurteilt werden. Gegebenenfalls sind besondere Maßnahmen vorzusehen, wie z. B.:

- das Herstellen einer wirksamen Entwässerung,
- das Aufweiten und Verfüllen von Rissen,
- das nachträgliche Verdübeln und Verankern,
- das Ausbessern von Kantenschäden, Eckaus- und Eckabbrüchen,
- das Festlegen und Heben von Platten,
- der Ersatz von Platten und Plattenteilen und
- die Vorbereitung für die Herstellung des Schichtenverbunds.

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 vertikale Fugenbewegungen festgestellt, sind ab einer bestimmten Größenordnung besondere Maßnahmen (z. B. Festlegen, Heben oder Ersatz von einzelnen Betonplatten) zu empfehlen, die ein Durchschlagen der Fugen der Betondecke in den Asphalt verhindern. Die Maßnahmenauswahl wird bestimmt durch die Größe der Vertikalbewegung der Betonplatten und den Anteil der betroffenen Platten. Eine Übersicht ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Maßnahmenauswahl bei Vertikalbewegungen von Betonplatten

Vertikalbewegung* der Betonplatten [mm]	Anteil der betroffenen Platten	Maßnahme zur Vorbereitung der Unterlage	Maßnahme
≤ 0,06	100 %	keine	Überbauung ≥ 4 cm
> 0,06 bis ≤ 0,30	≤ 10 %	Festlegen oder Ersatz der betroffenen Platten	Überbauung ≥ 4 cm
	> 10 %	keine	Überbauung ≥ 9 cm
> 0,30	≤ 10 %	Festlegen oder Ersatz der betroffenen Platten	Überbauung ≥ 9 cm
	> 10 %	gegebenenfalls Entspannen der Betondecke	Erneuerung

*Vertikalbewegung gemessen mit dem Benkelman-Balken

Vor dem Aufbringen neuer Schichten auf die Betondecke - auch nach Fräsarbeiten - sind lose Bestandteile zu entfernen, da eine verschmutzte Betonoberfläche den Schichtenverbund negativ beeinflusst und durch Verunreinigungen im Fugenspalt/Riss die Spannungen im Beton infolge thermischer Beanspruchung erhöht werden. Außerdem ist die Betonoberfläche mittels einer Hochdruck-Drehjet-Reinigung mit Direktabsaugeinrichtung über die gesamte Arbeitsbreite zu reinigen. Der Druck sollte zwischen 150 und 240 bar liegen, bei einer Rotationsgeschwindigkeit der Düsen ≥ 50 km/h und einer kontinuierlichen Absaugleistung von ≥ 15.000 m³/h. Wasser und Schmutz darf nicht auf bereits gereinigte Flächen gelangen. Der Einsatz von starren Hochdruckreinigungseinrichtungen darf nicht erfolgen.

Hinweis: Die Reinigung der Unterlage ist als Extraposition (Freitext) aususchreiben, da diese nicht im Standard-Leistungskatalog LB 114 Betonbauweisen enthalten ist.

Nach Untersuchungen der BAM ist der Feuchteintrag in den Beton bei dieser Art der Reinigung vernachlässigbar gering.

Geschädigte Platten oder Plattenteile, die als Unterlage nicht geeignet sind, sind auszubauen und in Betonbauweise nach den ZTV BEB-StB zu ersetzen. In geschädigten Fugenbereichen sowie bei Kantenschäden und -abbrüchen muss eine Instandhaltung vorgenommen werden. Kleinere Schadstellen sollten mit geeigneten Baustoffen (z. B. PC- oder PCC-Mörtel) nach den ZTV BEB-StB bzw. dem MBEB fachgerecht saniert werden. Umfangreichere Instandhaltungsmaßnahmen in den Fugenbereichen sollten aus wirtschaftlichen Gründen abweichend von den ZTV BEB-StB mit Gussasphalt bzw. Asphalttragschichtmischgut und Gussasphalt (siehe Abschnitt 5.2) ausgeführt werden.

Zudem ist die Feuchte der Unterlage mit dem CM-Gerät oder einem gleichwertigen Messverfahren zu bestimmen. Diese sollte im Mittel nicht mehr als 4,0 M.-% betragen. Kein Einzelwert sollte über 4,5 M.-% liegen.

4.5 Hinweise zur Fugenausbildung beim Überbauen mit Asphalt

Zur Vermeidung von Reflexionsrissen kann es bei einem einschichtigen Überbauen von ≤ 4 cm zweckmäßig sein, die Querfugen der Betondecke in die Asphaltdeckschicht zu übernehmen.

Für das Herstellen der Fugen in der Asphaltdeckschicht gelten die ZTV Fug-StB.

5 Bauliche Erhaltung

5.1 Allgemeines

Für die Ausführung sind die ZTV BEB-StB und ZTV BEA-StB und die in diesen Empfehlungen enthaltenen Ergänzungen vertraglich zu vereinbaren.

Bei der Auswahl der geeigneten Erhaltungsmaßnahme sollten im Einzelfall noch weitere Randbedingungen wie Alter der Betondecke, Art der Unterlage der geschädigten Betondecke, Verkehrsbelastung, der zur Verfügung stehende Zeitrahmen zur Ausführung der Baumaßnahme, bereits vorhandene Erfahrungen sowie die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden.

Ziel der in Tabelle 2 aufgeführten Maßnahmen Hydrophobierung und Überbauung mit Asphalt ist es, die Restnutzungsdauer der geschädigten Fahrbahndecke zu verlängern. Wird eine längerfristige Lösung benötigt, kann eine zweischichtige Überbauung mit Asphalt gewählt werden.

Ist die Betondecke bereits stärker geschädigt (Schadenskategorien II O, III O und IV U), sollte sie erneuert werden und nur im Ausnahmefall bei immer schneller fortschreitendem Schaden und daraus entstehender Gefahr für die Verkehrssicherheit eine zweischichtige Asphaltüberbauung erhalten.

Tabelle 2: Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen

Maßnahmen		Schadenskategorie				
		0	I O	II O	III O	IV U
Oberflächenschutzmaßnahmen						
Hydrophobierung (OS-A)		+	(+)	-	-	-
Überbauung						
Asphaltdeckschicht ¹⁾ aus Walzasphalt	≥ 4 cm	(+)	+	-	-	(+) ²⁾
Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht ¹⁾	9 bis 12 cm	-	(+)	+	- ²⁾	(+) ²⁾
Erneuerung						
Ersatz der Betondecke ³⁾	Beton- oder Asphaltbauweise	-	(+)	+	+	+

+ geeignet

(+) geeignet, Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der Restnutzungsdauer prüfen. Bei Überbauung und Erneuerung sollten die gegebenenfalls erforderliche Anpassung der Entwässerungseinrichtungen, der passiven Schutzeinrichtungen und der sonstigen Anlagenteile berücksichtigt werden.

- ungeeignet

¹⁾ mit bitumenhaltiger Zwischenschicht

²⁾ Einzelfallentscheidung

³⁾ Besonderheiten hinsichtlich Verbund der Betondecke zur Tragschicht beachten

Von den nach DIN EN 1504-2 möglichen Verfahren:

- Hydrophobierende Imprägnierung (Hydrophobierung)
- Imprägnierung und
- Beschichtung,

hat sich in der Praxis lediglich die **Hydrophobierung** als geeignete Oberflächenschutzmaßnahme herausgestellt.

Eine **Überbauung mit Asphalt** ist generell in unterschiedlichen Dicken möglich. Die erforderliche Überbauungsdicke hängt von der Schadenskategorie und verschiedenen weiteren Faktoren, wie z. B. den Fugen- oder Rissbreiten, den Bewegungen der Betonplatten im Fugen- oder Rissbereich und der Verkehrsbelastung ab. Dabei sind die örtlichen Höhenzwangspunkte zu berücksichtigen. Die Dicke der Asphaltüberbauung ist im Einzelfall festzulegen. Durch die Überbauung mit einer Asphaltdeckschicht kann das Eindringen von Wasser und Tausalz verzögert und reduziert werden.

Eine **bitumenhaltige Zwischenschicht** ist für die Abdichtung der Betonoberfläche, die Verklebung zwischen Betondecke und Asphaltüberbauung sowie zum Spannungsabbau aus Horizontalbewegungen der unter der Asphaltüberbauung liegenden Betondecke zweckmäßig.

Asphalteinlagen sind ungeeignet, da das Wasser aus der zur Verklebung mit der Unterlage erforderlichen Bitumenemulsion auch in die Risse und Poren der Betondecke eindringt und nicht mehr entweichen kann. Bei einschichtiger Überbauung kann es unmittelbar nach Einbau der Asphaltdeckschicht oder auch später zur Blasenbildung kommen. Unabhängig von der Überbauungsdicke kann sich aufgrund der Durchfeuchtung der Asphalteinlagen, insbesondere bei Verbundbaustoffen (Gitter mit Vlieskaschierung) bei starken Verkehrsbelastungen im Laufe der Zeit der Verbund zwischen Asphalteinlage und Betondecke völlig auflösen, so dass sich auch die überbauten Asphaltsschichten von der Unterlage lösen und ausbrechen.

5.2 Temporäre Instandhaltung

Bei einer AKR-Schädigung in den Fugenbereichen können temporäre Instandhaltungen durch **Ausfräsen** der geschädigten Bereiche **und** deren **Ersatz** durch Asphaltsschichten vorgesehen werden. Die Größe und die Tiefe des auszubauenden Betons ist abhängig von der vorhandenen Schädigung und von gegebenenfalls vorhandenen Horizontalrissen in Quer-/ Längsfugen. Die Tiefe der Flickstellen sollte, wenn möglich, nicht mehr als die Kerbschnitttiefe der Quersfugen in der Betondecke betragen, auf jeden Fall oberhalb der Dübel enden, um die Übertragung von Druckkräften im Rissbereich noch zu gewährleisten und die Wirksamkeit der Dübel zu erhalten.

Wenn mit einer schädigenden AKR eine **horizontale Rissbildung** und/oder eine Verschotterung der Betondecke bis unterhalb der Kerbschnitttiefe einhergeht, sind die Flickstellen über die gesamte Dicke der Betondecke vorzusehen.

Bei:

- Horizontalrissbildung,
- Asphaltausbesserungen über die gesamte Breite des Seitenstreifens oder inneren Fahrstreifens (am Mittelstreifen) und über die gesamte Dicke der Betondecke oder
- Asphaltausbesserungen über mehr als ein Drittel der gesamten Fahrbahnbreite und die gesamte Ddicke der Betondecke

sind aus der daraus resultierenden Gefahr von Hitzeaufbrüchen Entspannungsbereiche anzuordnen (Breite und Besonderheiten bei der Herstellung der Entspannungsbereiche, siehe Abschnitt 5.4.3).

Bei Instandsetzungen über die gesamte Dicke der Betondecke mit Asphalt hat sich der Einbau einer Asphalttragschicht aus Asphalttragschichtmischgut AC 22 T S mit resultierend 30/45 und einer Asphaltdeckschicht aus Gussasphalt MA 11 S mit 25/35 VL gemäß den E KvB, Tabelle 1 bewährt. Die Anschlüsse an die vorhandene Betondecke sind zu schneiden. Die Fugen sind mit einer heiß verarbeitbaren Fugenmasse Typ N2 zu vergießen.

Andere Maßnahmen der Instandhaltung haben sich nicht als wirtschaftlich erwiesen.

5.3 Hydrophobierung

5.3.1 Allgemeines

Die Hydrophobierung ist eine Schutzmaßnahme mit dem Ziel, den Zeitraum bis zu einer Erneuerung um ca. 5 bis 7 Jahre zu verlängern. Der Vorteil der Hydrophobierung besteht in einer kurzen Bauzeit gegenüber den anderen Erhaltungsbautechniken (ca. 5 km Richtungsfahrbahn in etwa 14 Tagen).

Bei der Hydrophobierung wird die Betonoberfläche und die Wandungen der oberflächennahen Poren mit einem Hydrophobierungsmittel benetzt. Ziel ist es, eine wasserabweisende, aber diffusionsoffene Oberfläche herzustellen.

Die Notwendigkeit weiterer Instandsetzungsmaßnahmen in Fugenbereichen („Flickungen“) ist während der weiteren Nutzung nicht auszuschließen.

5.3.2 Baustoffe

Mit Hydrophobierungsmaßnahmen auf Autobahnen liegen aus Anwendungen bislang nur mit wenigen Produkten Erfahrungen vor, in denen eine Wirksamkeit nachgewiesen wurde. Es kamen Hydrophobierungsmittel mit unterschiedlichen Wirkstoffanteilen zum Einsatz.

Für die Hydrophobierung sollen Stoffe nach DIN EN 1504-2 auf Wasserbasis in pastöser Konsistenz verwendet werden, mit denen bereits Erfahrungen bei Verwendung auf Verkehrsflächen aus Beton vorhanden sind und deren Wirksamkeit, Eindringtiefe und Auswirkungen auf die Griffigkeit messtechnisch dokumentiert wurden.

Die Frost-Tausalz-Beständigkeit des Betons darf nicht beeinträchtigt werden. Zudem muss der Stoff alkalibeständig sein.

Der Nachweis der Umweltverträglichkeit ist über das Sicherheitsdatenblatt zu erbringen.

Zur Behandlung von Beton werden im Allgemeinen Produkte auf Silan- bzw. Silan-Siloxan-Basis eingesetzt. Als Wirkstoff kommen dabei Iso- oder n-Oktyl-triethoxysilan zum Einsatz. Der Wirkstoff wird in der Regel in Wasser emulgiert oder alternativ in ein Acrylatgel eingearbeitet. Der Wirkstoff ist auf dem Datenblatt des verwendeten Systems angegeben.

Bisher haben sich Hydrophobierungsmittel bewährt, die folgende Anforderungen erfüllen:

- Eignung gemäß DIN EN 1504-2,
- lösemittelfrei, umweltverträglich und kennzeichnungsfrei,
- wasseremulgierbar,
- Wirkstoffanteil mindestens 65 M.-%,
- mittlere Teilchengröße $d_{50} < 0,7 \mu\text{m}$,
- Teilchengrößenverteilung $U=[d_{90}-d_{10}]/d_{50} < 1,2$,
- geringe Fließfähigkeit (pastöse Konsistenz) und hohe Penetrationseigenschaften, um ein Ab- oder Überlaufen in den angrenzenden Verkehrsraum in Hinblick auf die Verkehrssicherheit zu vermeiden.

Soll von den oben genannten Werten beim Wirkstoffanteil, der mittleren Teilchengröße und der Teilchengrößenverteilung abgewichen werden, ist die Wirksamkeit vor der Aufnahme in eine Leistungsbeschreibung an Testflächen zu erproben.

Die für die Hydrophobierung vorgesehenen Stoffe dürfen keine negativen Einflüsse auf die Funktion von Fugenfüllstoffen, Markierungssystemen und angrenzenden Asphaltflächen aufweisen. Durch das Anlegen von Probeflächen sollen insbesondere die Emulgierbarkeit, die Bitumenverträglichkeit, und die Fließfähigkeit nachgewiesen sowie die notwendige Auftragsmenge des Hydrophobierungsmittels auf den zu applizierenden Verkehrsflächen ermittelt werden. Beim Auftragen des Stoffes ist die Technologie anzuwenden, die auch für die endgültige Ausführung vorgesehen ist.

Zur Bewertung des Applikationsverhaltens des Hydrophobierungsmittels im Labor wurde ein praxisnahes Prüfregime entwickelt. Dieses sieht die Applikation des jeweiligen Produkts auf eine 2,5 % geneigte Prüffläche eines definiert hygothermisch vorkonditionierten Prüfkörpers des Bestands- bzw. Laborbetons vor. Als besonders praxisrelevant hat sich bei der Vorkonditionierung eine siebentägige Vorlagerung bei 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchte, mit anschließender dreitägiger Wasserbeaufschlagung der Prüffläche und eintägiger Trocknung bei 20 °C und 65 % relativer Luftfeuchte erwiesen. Für die Beurteilung des Applikationsverhaltens der Hydrophobierungsmittel auf der so vorkonditionierten Betonprüffläche, haben sich folgende Kriterien bewährt:

- Visuelle Verfolgung der Reaktionskinetik nach Applikation des Hydrophobierungsmittels,
- Ermittlung der Ablaufmenge des Hydrophobierungsmittels infolge Neigung der Applikationsoberfläche,
- Bestimmung der Eindringtiefe des Hydrophobierungsmittels,
- Verfolgung der Griffigkeitsentwicklung.

5.3.3 Ausführung

Die Reinigung der Unterlage soll durch eine Hochdruck-Drehjet-Reinigung mit Direktabsaugung erfolgen (siehe Abschnitt 4.4).

Die Produkte können im Spritzverfahren appliziert werden. Eine Sprühnebelbildung ist möglichst gering zu halten. Die Auftragsmenge sollte vor der Ausführung an Probeflächen verifiziert werden. Um das Abfließen des nicht in den Beton eingedrungenen Hydrophobierungsmittels in die befahrenen Fahrstreifen zu vermeiden, sind geeignete Schutzmaßnahmen vor dem Aufbringen des Mittels zu ergreifen (z. B. Sperren aus Ölbindemittel).

Hydrophobierungen sollten ausschließlich bei trockener Witterung ausgeführt werden. Hierbei sind die Angaben des Herstellers zur Ausführung des einzusetzenden Produktes zu beachten.

Sie sollten nur bei Temperaturen von mehr als 10 °C ausgeführt werden. Bei niedrigeren Temperaturen kann es zu längeren Penetrationszeiten und damit verbunden, einer längeren Zeit bis zum Erreichen einer ausreichenden Griffigkeit kommen. Außerdem kann eine ungleichmäßige Penetration des Hydrophobierungsmittels in den Beton die Folge sein.

Vor Ausführung sollten die unter Abschnitt 5.3.4 aufgeführten Prüfungen durchgeführt werden.

Bei Ausführung der Hydrophobierung sollte die Feuchte des Betons im oberflächennahen Bereich (ca. 1 cm) im Mittel höchstens 4,0 M.-% betragen. Bei der Messung darf kein Einzelwert über 4,5 M.-% liegen.

Grundsätzlich ist im Zusammenhang mit einer Hydrophobierung, einer Instandhaltung oder Instandsetzung nach den ZTV BEB-StB bzw. ein Ersatz von Fugenfüllungen, nur bei Schadenskategorie 0 zu empfehlen, da der AKR-bedingte Schadensfortschritt, insbesondere in den Fugenbereichen, nicht aufzuhalten ist und in der Regel im Zeitraum von 5 bis 7 Jahren eine Erneuerung notwendig wird.

Dennoch notwendige Instandhaltungen in Fugenbereichen sind gemäß den ZTV BEB-StB vorzunehmen. Werden die Fugenfüllungen trotzdem ausgebessert oder ersetzt, soll die Hydrophobierung nach dem Entfernen des Fugenfüllstoffes und dem Reinigen der Fugenkammer ausgeführt werden, um eine Benetzung des gesamten Fugenspaltes zu ermöglichen.

Der Fugenfüllstoff sollte dabei restlos entfernt werden. Grundsätzlich ist bei streifenweiser Applikation der Fugenfüllstoff in der zum laufenden Verkehr angrenzenden Längsfuge ebenfalls auszubauen, um ein Abfließen des Hydrophobierungsmittels in den Verkehrsraum und somit eine akute Griffigkeitsverminderung zu vermeiden.

Die Angaben des Herstellers zur Ausführung der Hydrophobierung sind zu beachten.

Eine Zusammenfassung der erforderlichen Arbeiten und der zeitlichen Abläufe ist nachfolgend dargestellt:

- Nullmessungen sowie das Anlegen von Probeflächen zur Ermittlung der notwendigen Auftragsmengen und der Griffigkeitsentwicklung,
- gegebenenfalls Fugenfüllstoffe entfernen und Fugen säubern,
- gegebenenfalls Instandsetzungen geschädigter Fugenbereiche mit Asphalt,
- Hochdruckreinigung (Drehjetverfahren mit sofortiger Absaugung),
- Hydrophobierung,
- gegebenenfalls Fugenverguss.

Während und nach der Ausführung (ca. 1 Tag) ist ein Befahren der hydrophobierten Bereiche in jedem Fall, auch im Havariefall, zu vermeiden, um ein Verschleppen des Hydrophobierungsmittels in den Verkehrsraum zu verhindern. Hierauf sollte durch eine Beschilderung deutlich hingewiesen werden.

Um die Verkehrsteilnehmer über den Zeitraum der Trockenzeit und damit im Zusammenhang stehenden, fehlenden Aktivitäten auf der Baustelle zu informieren, sollte ebenfalls eine entsprechende Beschilderung eingerichtet werden.

5.3.4 Prüfungen

Prüfungen vor Ausführung:

Zur Ermittlung der tatsächlich erforderlichen Auftragsmenge sollten Probeflächen an drei hintereinander liegenden Fahrbahnplatten auf dem Seitenstreifen angelegt werden.

Eine der drei Fahrbahnplatten sollte mit der vorgegebenen Stoffmenge beaufschlagt werden. Bei den anderen beiden Fahrbahnplatten sollten die Auftragsmengen in Schritten von etwa 50 g/m² nach oben und unten variiert werden. Dabei sollte ein vom Hersteller des Hydrophobierungsmittels angegebener Mindestwert der Auftragsmengen nicht unterschritten werden.

Etwa 14 Tage nach Applikation kann an den drei Fahrbahnplatten des Seitenstreifens die Hydrophobierungswirkung mit einem Hydrophobierungsmessgerät (z. B. HDBMG-02) gemessen werden (Vergleichsflächenmessung). Die ermittelten Parameter sowie die Messergebnisse sind auf den Formblättern gemäß Anhang A, Seite 1 und 2 zu dokumentieren.

Sofern die Eindringtiefe des Hydrophobierungsmittels bestimmt werden soll, muss ein Bohrkern entnommen und die Tiefe an der Mantelfläche mittels Sprühtest (Benetzung mit Wasser) oder einer Kontaktwinkelmessung ermittelt werden.

An diesen Vergleichsflächen kann auch die Griffigkeit mittels kombinierter Messmethode (SRT/Ausflussmesser) gemessen und deren Entwicklung abgeschätzt werden.

An Hand der Ergebnisse der Probeflächenmessungen soll die für die Ausführung notwendige Auftragsmenge ermittelt und unter Berücksichtigung der Griffigkeitsentwicklung festgelegt werden.

Vor der Bauausführung soll ebenfalls eine Nullmessung durchgeführt werden, die als Referenzwert für den erreichten Erfolg der Hydrophobierung herangezogen werden kann. Darin sind die vorhandenen Fahrstreifen und der Seitenstreifen einzubeziehen.

Die Messstellen sollten im Abstand von 500 m je Fahrstreifen angeordnet werden. Die dafür festgelegten Messstellen müssen zuvor eingemessen und dokumentiert werden.

Für die Einschätzung, wann eine ausreichende Griffigkeit zur Verkehrsfreigabe vorliegt, sollen Griffigkeitsmessungen vor und nach der Hydrophobierung erfolgen. Das MB Griff ist zu beachten.

Eigenüberwachungsprüfungen:

Für die im Rahmen der Eigenüberwachung durchzuführenden Prüfungen ist im Leistungsverzeichnis jeweils eine gesonderte Position aufzunehmen.

Messung der Betonfeuchte vor der Hydrophobierung:

Die Betonfeuchte sollte unmittelbar vor der Applikation mit dem von der BAST im Rahmen von Qualitätsmessungen für Hydrophobierungen empfohlenem Feuchtemessgerät Kett HI-520 oder dem CM-Gerät oder einem gleichwertigen Messverfahren ermittelt werden. Dazu sind je Messstelle drei Messungen durchzuführen und der Mittelwert daraus zu bilden.

Die Messstellen werden dafür im Abstand von 500 m je Fahrstreifen angeordnet.

Messung der Auftragsmenge:

Um sicherzustellen, dass für die gesamte zu hydrophobierende Fläche eine gleich bleibende Auftragsmenge appliziert wird, sollten durch den Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung alle 500 Meter Messungen durchgeführt werden. Diese Messungen sollen durch Überfahren von definierten Metallformen in einer Größe von 50 x 50 cm und einer Randhöhe von mindestens 1 cm erfolgen, wobei die hier applizierte Menge mittels Waage zurückgewogen wird. Die dadurch nicht applizierten Bereiche sind auf jeden Fall manuell nachzuarbeiten.

Nachweis der Hydrophobierung:

Dem qualitativen Nachweis der erreichten Hydrophobierungswirkung werden die vor der Ausführung ermittelten Nullmessungen zu Grunde gelegt.

Die Messungen sollten frühestens 14 Tage nach der Hydrophobierung durchgeführt werden. Dafür kann ein Hydrophobierungsmessgerät (z. B. HDBMG-02) verwendet werden.

Sofern die Eindringtiefe des Hydrophobierungsmittels zu bestimmen ist, muss ein Bohrkern entnommen und die Eindringtiefe mittels Sprühtest oder Kontaktwinkelmessung an der Mantelfläche ermittelt werden. Hierfür sind die Messstellen der Nullmessung zu verwenden.

Messungen in Verantwortlichkeit des Auftraggebers:

Zur Überprüfung der Dauerhaftigkeit der Hydrophobierung können im Abstand von etwa ein bis drei Jahren Wiederholungen der Messungen durchgeführt werden. Diese sind möglichst im gleichen Zeitraum des gewählten Jahres auszuführen.

Bei der Auswahl der Messpunkte sind die eingemessenen Nullmesspunkte sowie die im Rahmen der Eigenüberwachung dokumentierten Messstellen zu verwenden.

5.3.5 Abrechnung der Hydrophobierungsmittelmenge

Die Abrechnung der tatsächlich aufgetragenen Menge des Hydrophobierungsmittels kann auf Grundlage von Mengennachweisen oder Lieferscheinen erfolgen.

5.3.6 Verkehrsfreigabe

Die Verkehrsfreigabe soll in Abhängigkeit von der gemessenen Griffigkeit, jedoch frühestens drei Tage nach der Applikation erfolgen. Desweiteren sollte nach der Verkehrsfreigabe, für den Zeitraum von einer Woche, eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 60 km/h angeordnet werden.

5.4 Überbauen mit Asphalt

5.4.1 Allgemeines

Das Überbauen mit Asphalt gemäß der Tabelle 2 setzt sich zusammen aus einer bitumenhaltigen Zwischenschicht und:

- einer Walzasphaltdeckschicht oder
- einer Asphaltbinderschicht und einer Walzasphaltdeckschicht oder
- einer Asphaltbinderschicht und einer Gussasphaltdeckschicht.

Eine einschichtige Überbauen mit einer Walzasphaltdeckschicht sollte zwischen Mai und September erfolgen.

5.4.2 Baustoffe

Bitumenhaltige Zwischenschicht:

Die bitumenhaltige Zwischenschicht wird mit einem Polymermodifizierten Bitumen 40/100-65 A nach den TL Bitumen-StB in einer Menge von ca. 2,5 kg/m² auf ungefräster Unterlage und von ca. 3,0 kg/m² auf gefräster Unterlage hergestellt.

Asphaltmischgut:

Bei einem einschichtigen Überbauen mit einer Asphaltdeckschicht sollte Splittmastixasphalt SMA 11 S mit 40/100-65 A verwendet werden. Die Schichtdicke sollte mindestens 4,0 cm (100 kg/m²) betragen.

Bei einem zweischichtigen Überbauen mit Asphaltbinder- und Asphaltdeckschicht kann für die Asphaltbinderschicht auch ein Asphaltbinder gemäß den Hinweisen für die Planung und Ausführung von alternativen Asphaltbinderschichten H Al ABi vorgesehen werden.

Sofern eine Asphaltbinderschicht hergestellt werden soll, sollte der Hohlraumgehalt im Asphaltmischgut mindestens 3,0 Vol.-% und höchstens 4,0 Vol.-% betragen.

5.4.3 Unterlage

Die vorhandene Markierung sollte bei einem Überbauen ohne teilweises Abfräsen der Betondecke beseitigt werden. Die Art der Demarkierung ist auf den Grad der Schädigung der Betondecke im Fugenbereich abzustimmen (gegebenenfalls Feinfräsen).

Ein Ausbau der Fugenfüllstoffe ist nur bei einem Teilersatz der Betondecke erforderlich.

Bei dem Überbauen mit Asphalt nach Abfräsen der Betondecke von mehr als 5 cm ist es zur Vermeidung von Hitzeschäden zweckmäßig, über die gesamte Bauloslänge Entspannungsbereiche mit einer Breite von mindestens 2,0 m herzustellen. Der Abstand der Entspannungsbereiche ist außer vom Konstruktionsaufbau von weiteren vielfältigen Faktoren abhängig und daher unter der Zugrundelegung von geeigneten Annahmen annähernd rechnerisch zu ermitteln. Grundlagen für die Ermittlung sind:

- die Dicke der Betondecke nach Abfräsen
- die Nullspannungstemperatur des Betons
- die Wärmedehnzahl des Betons

unter Beachtung der Imperfektionen infolge der Alkali-Kieselsäure-Reaktion im Betongefüge.

Der Abstand der Spannungsfelder sollte umso geringer sein:

- je dünner die Betondecke ist (minimale Restdicke der Betondecke 22 cm)
- je dicker die auf den Beton aufzubringende Asphalttschicht ist (Wärmekapazität)
- je höher die zu erwartende Temperatur (Luft und Betondecke) bei Einbau der Asphalttschicht auf der Betonunterlage ist.

Die Betondecke ist über die gesamte Fahrbahnbreite und -dicke durch eine Asphalttragschicht aus Asphalttragschichtmischgut AC 22 TS mit resultierend 30/45 zu ersetzen.

Bei höheren Temperaturen und einem dementsprechenden Spannungszustand der Betondecke kann sich beim Schneiden des Betons das Schneidblatt verklemmen. Vorzugsweise ist daher die Herstellung der Spannungsfelder durch Fräsen auszuführen.

Bei einer einschichtigen Überbauung nach teilweise Abfräsen der Betondecke ist darauf zu achten, die Schädigung durch den Fräsvorgang besonders in den Längsfugenbereichen so gering wie möglich zu halten. Gegebenenfalls ist anstelle eines Normalfräsens ein Feinfräsen auszuführen.



Bild 11: Für das Überbauen mit Asphalt vorbereitete Betondecke mit instandgesetzten Fugenbereichen (ohne Demarkierung)

Die gefrästen Fugenbereiche sind vorzugsweise mit Gussasphalt MA 11 S mit 25/35 VL gemäß E KvB, Tabelle 1, aufzufüllen.

Notwendige Fräsarbeiten in Anschlussbereichen an vorhandene Fahrbahnbefestigungen sollten auf den Grad der Schädigung in den Fugenbereichen abgestimmt werden (gegebenenfalls Feinfräsen).

Die Reinigung der Unterlage erfolgt kurz vor dem Überbauen. Eine zusätzliche Schädigung der Betonfläche durch den Reinigungsvorgang sollte dabei vermieden werden.

Die Unterlage muss trocken sein. Vor Einbaubeginn sollte die Feuchte der Unterlage einmal je angefangene 1.000 m Fahrstreifen/Seitenstreifen gemessen werden.

Auf der gereinigten, trockenen Unterlage ist eine bitumenhaltige Zwischenschicht nach den ZTV BEA-StB herzustellen.

5.4.4 Ausführung

Bitumenhaltige Zwischenschicht: Bei der Herstellung der bitumenhaltigen Zwischenschicht muss die Temperatur der Unterlage mindestens 15 °C betragen. Die Oberflächentemperatur der Unterlage muss mindestens 3 K über der Taupunkttemperatur liegen. Außerdem sollte die bitumenhaltige Zwischenschicht nur bei gleichbleibenden oder sinkenden Bauteiltemperaturen aufgebracht werden. Die Randbedingungen sollten vor dem Aufbringen der Bindemittelschicht vom Auftragnehmer erfasst und dokumentiert werden. Hierfür kann das Formblatt gemäß Anhang A, Seite 3 verwendet werden.

Die zum Abstreuen der Bindemittelschicht erforderliche Gesteinskörnung 8/11 sollte mit ca. 0,3 M.-% 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 beim Aufbringen der Abstreukörnung wurden bei einer Temperatur der Gesteinskörnung von 40 °C bis 60 °C gemacht.

Der Beginn des Abstreuens ist abhängig von der Lufttemperatur und dem Abkühlverhalten des Bindemittels. In der Regel kann das Abstreuen ca. 15 Minuten bis 30 Minuten nach dem Aufbringen des Bindemittels erfolgen, in Ausnahmefällen auch mit einem größeren zeitlichen Versatz. Dann kann es erforderlich sein, zum Andrücken der Gesteinskörnung eine Gummiradwalze einzusetzen.

Die Abstreuerung dient nur der Befahrbarkeit der Bindemittelschicht und sollte auf Lücke und nicht vollflächig erfolgen, so dass ca. 60 bis 70 % der Fläche der Bindemittelschicht bedeckt sind. 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 kg/m² bis 7 kg/m² ausreichend. Bei Temperaturen ab ca. 20 °C und direkter Sonneneinstrahlung ist eine Abstreumenge von 7 kg/m² bis 10 kg/m² erforderlich.

Die Dicke der bitumenhaltigen Zwischenschicht sollte der Schicht unmittelbar über der bitumenhaltigen Zwischenschicht einheitlich mit einem Wert von 0,5 cm zugeschlagen werden.

Die Herstellung eines Probefeldes kann zweckmäßig sein.



Bild 12: Aufbringen der bitumenhaltigen Zwischenschicht

Herstellen der Asphaltschichten:

Bei einem einschichtigen Überbauen sollte das Verdichten des Splittmastixasphaltes vorzugsweise horizontal gerichtet (oszillierend) erfolgen, um Kornzertrümmerungen auf der starren Betonunterlage zu vermeiden.

Bei der Verwendung von Hochverdichtungsbohlen hat der Einbau ohne zugeschaltete Hochverdichtung zu erfolgen. Damit wird dem Hochziehen des Bindemittels an die Oberfläche vorgebeugt.

Werden die Querfugen der Betondecke in die Asphaltdeckschicht übernommen, sind sie zeitnah nach der Herstellung der Asphaltdeckschicht zu schneiden.

5.4.5 Anforderungen

Bei einem einschichtigen Überbauen sollte der Hohlraumgehalt in der Asphaltdeckschicht aus Splittmastixasphalt mindestens 2,0 Vol.-% betragen. Geringere Hohlraumgehalte können eine Blasenbildung begünstigen.

Der Hohlraumgehalt in Asphaltbinderschichten sollte den Grenzwert von 2,0 Vol.-% nicht unterschreiten und den Grenzwert von 6,0 Vol.-% nicht überschreiten.

5.5 Erneuerung der Betondecke

Wird die Betondecke vollständig ersetzt, ist die Wahl der Technologie für den Aufbruch bzw. den Rückbau der Betondecke abzustimmen auf:

- die Art der Tragschicht und deren Verbund zur Betondecke
- zeitliche Vorgaben für den Bauablauf
- die Notwendigkeit eines erschütterungsarmen Aufbruchs
- die Erhaltung oder Entfernung der vorhandenen Tragschicht und damit
- die Art der Wiederverwendung des Aufbruchgutes der Betondecke.

Durch Untersuchungen im Rahmen der Vorerkundung ist festzustellen, in welchem Zustand sich die unter der Betondecke liegende Tragschicht befindet und welche Verbundsituation zur Betondecke vorliegt.

Besonders Augenmerk ist zu legen auf:

- Nachhydratation der ungebundenen Tragschicht, wenn sie aus Betonrecyclat besteht
- gelösten oder bestehenden Verbund bei Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel ohne Vliesstoff
- quasi bestehenden Verbund bei Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel mit Vliesstoff.

Im Falle einer nachhydratisierten ungebundenen Tragschicht aus Betonrezyklat oder einer Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel mit noch oder quasi bestehendem Verbund zur Betondecke ist die Betondecke vorzugsweise durch Fräsen zu entfernen.

In Abhängigkeit vom flächenmäßigen Umfang der nachhydratisierten ungebundenen Tragschicht ist zu prüfen, ob als anforderungsgemäße Unterlage für die neu herzustellende Betondecke eine Asphalttragschicht auf der nachhydratisierten ungebundenen Tragschicht vorzusehen ist.

Bei Betondecken auf Vliesstoff und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel wurden gute Erfahrungen beim Aufbruch der Betondecke mittels Fallschwert gemacht, auch bei teilweise bestehendem Verbund.

Der Aufbruch der Betondecke mittels Würfelwalze kann bei starken Anhaftungen an der Betondecke nicht empfohlen werden.

6 Wiederverwendung des ausgebauten Betons

Generell ist nach Kreislaufwirtschaftsgesetz eine hochwertige Wiederverwendung des Aufbruchgutes vorzusehen.

Durch Fräsen gewonnenes Aufbruchgut ist aufgrund seiner undefinierten Korngrößenverteilung zur Verwendung in Schichten ohne Bindemittel (SoB) nicht geeignet.

Ist die Wiederverwendung des aufbereiteten Betonrezyklats innerhalb eines Konstruktionsaufbaus mit Betondecke vorgesehen, ist bei Böden der Frostepfindlichkeit F3 im Untergrund und Unterbau die Bauweise „Betondecke auf Asphalttragschicht und Frostschutzschicht“ nach den RStO 12, Tafel 2, Zeile 2 zu wählen. Bei Böden der Frostepfindlichkeit F1 kann bei einer Tragfähigkeit des Untergrundes/Unterbaus von $E_{v2} \leq 120$ MPa aus Tragfähigkeitsgründen eine Schottertragschicht aus Betonrezyklat auf dem Untergrund/Unterbau unterhalb der Asphalttragschicht angeordnet werden.

Eine Verwendung im Erdbau kann außerhalb von Bereichen mit einer ständigen Durchfeuchtung und von Wasserwechselzonen erfolgen.

Die Verwendung von Betonrezyklat aus AKR-geschädigten Betondecken als Gesteinskörnung für Fahrbahndecken aus Beton ist ausgeschlossen.

Anhang A- Protokollblätter zur Hydrophobierung

Auftraggeber

Baumaßnahme

Bauabschnitt

Fahrtrichtung und km

Angaben zur Art der Messung

Nullmessung (NM)

Datum:

Uhrzeit:

Vergleichsflächenmessung (VM)

Datum:

Uhrzeit:

Qualitätsmessung (QM)

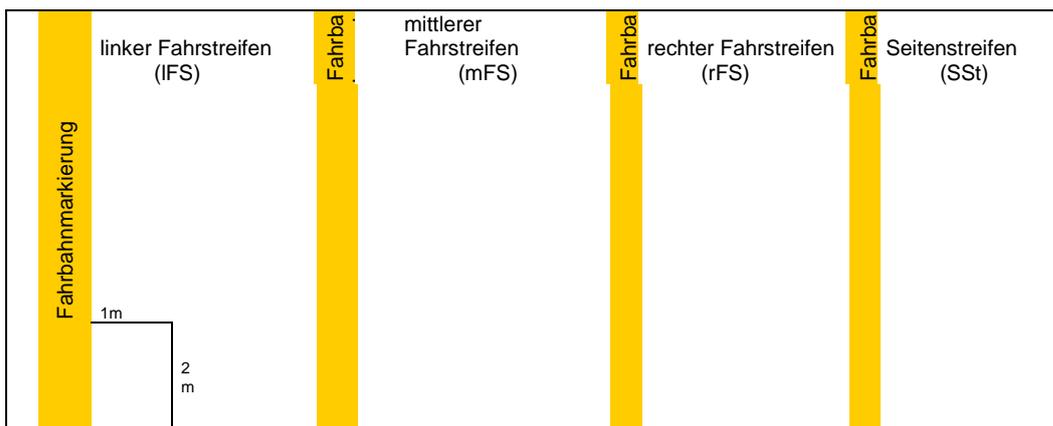
Datum:

Uhrzeit:

behandelt mit:

Lage der Messpunkte

Plattennummer:



Empfehlung: Die Lage der Punkte sollte immer 1 m von der Fahrbahnmarkierung nach rechts und 2 m von der Plattenfuge in Fahrtrichtung gewählt werden.

Vor Messbeginn zu ermittelnde Parameter

	Wert 1 0 mm	Wert 2 0 mm	Wert 3 0 mm	Mittelwert aus Werten 1-3	Wert in 40 mm
Betonfeuchte % IFS	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Betonfeuchte % mFS	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Betonfeuchte % rFS	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Betonfeuchte % SSt	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Objekttemperatur °C IFS	<input type="text"/>	Lufttemperatur °C IFS	<input type="text"/>	rel. Luftfeuchte IFS	<input type="text"/>
Objekttemperatur °C mFS	<input type="text"/>	Lufttemperatur °C mFS	<input type="text"/>	rel. Luftfeuchte % mFS	<input type="text"/>
Objekttemperatur °C rFS	<input type="text"/>	Lufttemperatur °C rFS	<input type="text"/>	rel. Luftfeuchte % rFS	<input type="text"/>
Objekttemperatur °C SSt	<input type="text"/>	Lufttemperatur °C SSt	<input type="text"/>	rel. Luftfeuchte % SSt	<input type="text"/>

Dokumentation der Messwerte

linker Fahrstreifen (IFS)

Messzeit	Messpunkt 1	Messpunkt 2	Messpunkt 3	Messpunkt 4	Mittelwert
0 Minuten					
1 Minuten					
5 Minuten					
10 Minuten					
15 Minuten					

mittlerer Fahrstreifen (mFS)

Messzeit	Messpunkt 1	Messpunkt 2	Messpunkt 3	Messpunkt 4	Mittelwert
0 Minuten					
1 Minuten					
5 Minuten					
10 Minuten					
15 Minuten					

rechter Fahrstreifen (rFS)

Messzeit	Messpunkt 1	Messpunkt 2	Messpunkt 3	Messpunkt 4	Mittelwert
0 Minuten					
1 Minuten					
5 Minuten					
10 Minuten					
15 Minuten					

Seitenstreifen (SSt)

Messzeit	Messpunkt 1	Messpunkt 2	Messpunkt 3	Messpunkt 4	Mittelwert
0 Minuten					
1 Minuten					
5 Minuten					
10 Minuten					
15 Minuten					

Ort,
Datum:

Erstellt durch:

Formblatt zur Erfassung der äußeren Bedingungen

vor Ausführung einer:

Hydrophobierung

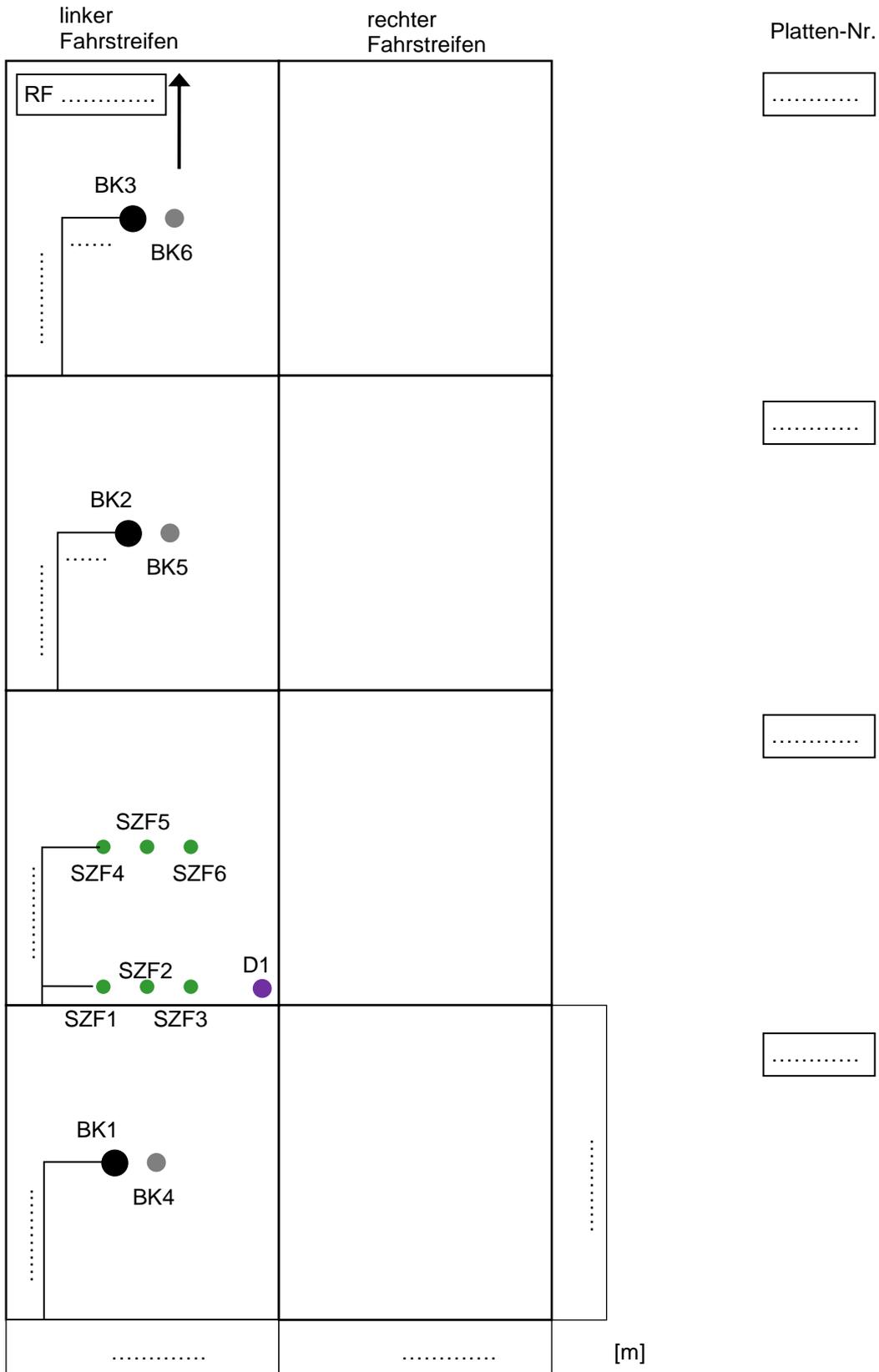
Bitumenhaltigen Zwischenschicht

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			

Anhang B - Protokoll Bohrkernentnahme
Allgemeine Angaben

Entnahmetag:						Bohrkerne:	
Witterung:	Temperatur°C				Prüfinstitut	
	Luftfeuchte%				Anzahl	
	Niederschlag					Durch- messe r	350 mm
Bemerkungen:							150 mm
							100 mm
Entnahmeort:						Entnahmeverantwortlicher:	
Bundesland							
BAB						weitere Teilnehmer:	
Fahrtrichtung							
Anschluss- stelle	von						
	bis					ausführende Firma/Vertreter:	
Kilometer	von						
	bis						
erste Platten-Nr.						Sicherung (ABM oder Firma):	
GPS-Daten (WGS 84)		N ...°...`...,...		E ...°...`...,...			
letzte Platten-Nr.							
GPS-Daten (WGS 84)		N ...°...`...,...		E ...°...`...,...			
Fahrspur(en):		Seiten- streifen	rechter Fahr- streifen	mittlerer Fahr- streifen	linker Fahr- streifen		
Bauweise:						Ja	Nein
		einschichtig / einlagig					
		einschichtig / zweilagig					
Oberflächentextur:		zweischichtig					
		Jutetuch					
		Besenstrich	längs				
			quer				
		gegebenenfalls visueller Vergleich des Besenstrichs bei rechtem Fahrstreifen und Seitenstreifen					
Fugenausbildung:		Waschbeton					
		nicht mehr zuzuordnen					
		Art	Verguss				
Fugenprofil							
		Höhenlage Fugenverfüllung [mm]					

Dokumentation Bohrkernentnahmestellen



- AKR-Performanceprüfung, Ø mind. 350 mm (zweischichtig)
- AKR-Performanceprüfung, Ø 150 mm (einschichtig) ————— km.....
- Diagnose, Ø 150 mm
- Spaltzugfestigkeit, Ø 100 mm

Übersicht Bohrkerne:

	Fahrstreifen	Entnahmebereich	Bohrkern-Bezeichnung	Platten-Nr.		BK-Ø/ L (mm)	Verwendung/Bemerkungen (Risse, Bruch, Dübel/Anker enthalten etc.)	Bearbeitung bei
RF		Fugenkreuzbereich	Axx_1_D1*			150/....	Diagnose-Bohrkern AKR	
		Plattenmitte	Axx_1_BK1			350/....	AKR-Performance-Prüfung	
		Bereich Querscheinf.	Axx_1_SZF1			100/....	Spaltzugfestigkeit	

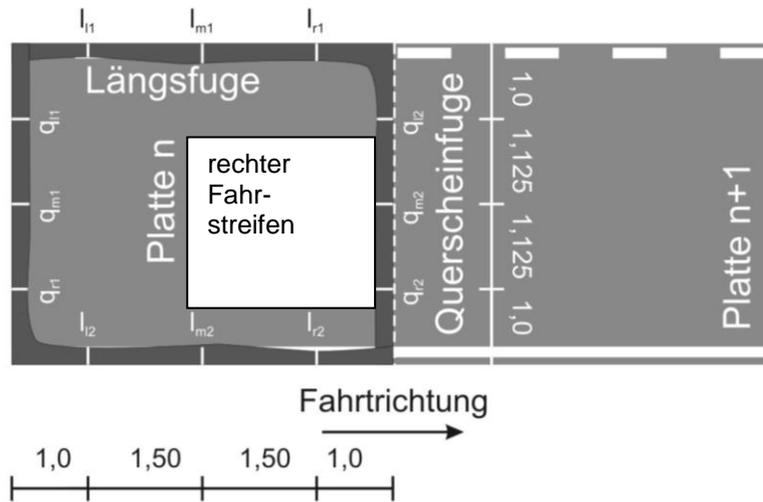
* Erläuterung Bohrkerbezeichnung: A..._..._D1 (z. B. **A24_2_D1** (BAB Nr._2. Entnahmebereich auf der A24_Diagnosebohrkern 1 AKR))

Fotodokumentation:

Übersicht Entnahmebereich mit Kilometrierung	
Platten-Nr., Koordinaten	
Übersichts-aufnahme Bohrkernent- nahmestellen	

optional: Fugenausbildung

a) Quantifizierung des verfärbten Fugenbereichs

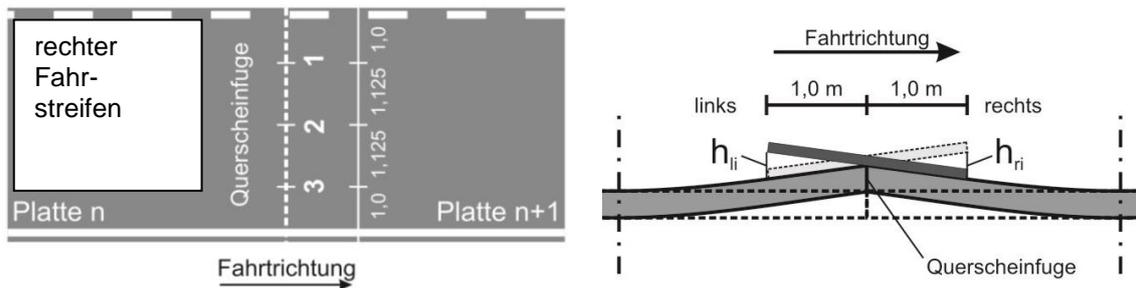


Platte Nr.	Querfuge						Längsfuge					
	q_{l1}	q_{m1}	q_{r1}	q_{l2}	q_{m2}	q_{r2}	l_{l1}	l_{m1}	l_{r1}	l_{l2}	l_{m2}	l_{r2}

n.e.: nicht erfasst

Bemerkungen:

b) Beschreibung der Plattenverkrümmung im Quersfugenbereich



Platten Nr. links	Querscheinfuge zwischen Platten Nr. rechts	h_{ij}								
		[mm]			h_{ri}					
		1	2	3	1	2	3			

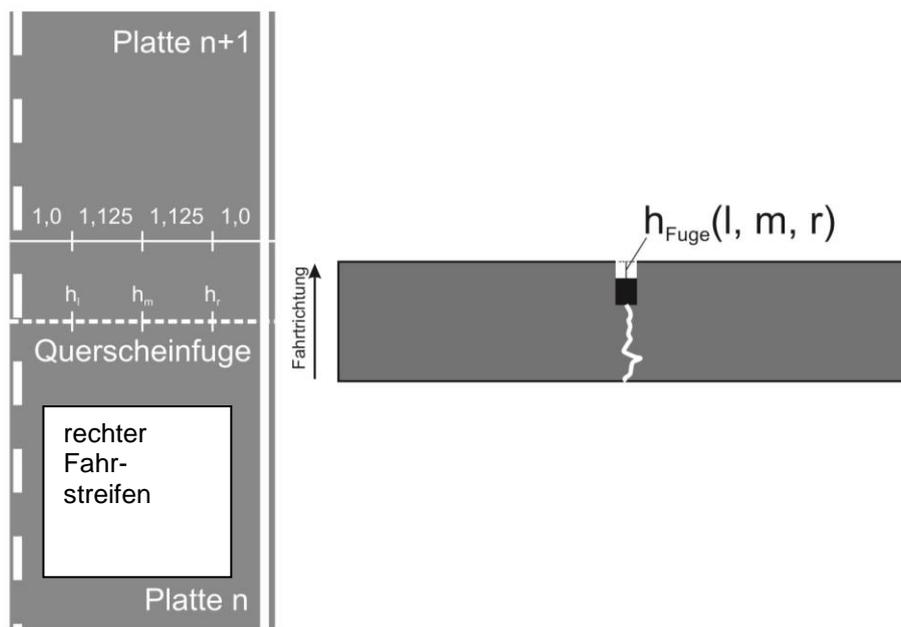
n.e.: nicht erfasst

c) Art und Funktionsfähigkeit der Fugenfüllung

c.1) Charakterisierung der Fugenfüllung

Querscheinfuge zwischen		Querfuge				Längsfuge				Bemerkungen
		Verguss	Profil	Funktionsfähigkeit gegeben		Verguss	Profil	Funktionsfähigkeit gegeben		
Platte Nr. n	Platte Nr. n+1			ja	nein			ja	nein	

c.2) Höhenlage der Fugenfüllung



Querscheinfuge zwischen		h_i	h_m	h_r
Platten Nr. n	Platten Nr. n+1	[mm]	[mm]	[mm]

Anhang C - Abkürzungen und Regelwerke

Tabelle 3: Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
ATV	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB/C)
DAfStB	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EN	Europäische Norm
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
STLK	Standardleistungskatalog

Tabelle 4: Technische Regelwerke

DAfStb		Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)
DIN	VOB/B	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen – DIN 1961
	VOB/C	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – DIN 18299 ff.
	DIN 488	Betonstahl
	DIN 1013-1	Stabstahl, Warmgewalzter Rundstahl für allgemeine Verwendung, Maße, zulässige Maß- und Formabweichungen
	DIN EN 10025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen - Technische Lieferbedingungen
	DIN EN 196	Prüfverfahren für Zement
	DIN EN 197-1	Zement Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
	DIN 1164-10	Zement mit besonderen Eigenschaften, Zusammensetzung, Anforderungen, Übereinstimmungsnachweis
	DIN EN 206-1	Beton Teil 1: Festlegung. Eigenschaften, Herstellung und Konformität
	DIN 1045-2	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
	DIN EN 450	Flugasche für Beton
	DIN EN 459	Baukalk
	DIN EN 480	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Prüfverfahren

	DIN EN 934	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel
	DIN EN 1008	Zugabewasser für Beton
	DIN EN 1097	Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen
	DIN 4235	Verdichten von Beton durch Rütteln
	DIN EN 12350	Prüfung von Frischbeton
	DIN EN 12390	Prüfung von Festbeton
	DIN EN 12504	Prüfung von Beton in Bauwerken
	DIN EN 13791	Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen
	DIN EN 12620	Gesteinskörnungen für Beton einschließlich Beton für Straßen und Deckschichten
	DIN EN 12878	Pigmente zum Einfärben von zement- und/oder kalkgebundenen Baustoffen
	DIN EN 13036-1	Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen – Prüfverfahren – Teil 1 : Messung der Makrotexturtiefe der Fahrbahnoberfläche mit Hilfe eines volumetrischen Verfahrens
	DIN EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau
	DIN EN 13249	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte Geforderte Eigenschaften für die Anwendung beim Bau von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen
	DIN EN 13285	Ungebundene Gemische; Anforderungen
	DIN EN 13877	Fahrbahnbefestigungen aus Beton
	DIN EN 14188	Fugeneinlagen und -dichtstoffe
	DIN EN 14227	Hydraulisch gebundene Gemische - Anforderungen
	DIN 18196	Erd- und Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
	DIN 18506	Hydraulische Boden- und Tragschichtbinder Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien
	DIN 18999-14	Betontechnik, Zugabewasser für Beton, Anforderungen und Prüfung
	DIN EN V20000-100 - 104	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken, Teil 100: Betonzusatzmittel nach DIN EN 934-2:2002-02
FGSV	RStO	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (FGSV 499)
	MEB	Merkblatt für die Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton (FGSV 823)
	H AI ABi	Hinweise für die Planung und Ausführung von alternativen Asphaltbinderschichten (FGSV 737)
	E KvB	Empfehlungen zur Klassifikation von viskositätsveränderten Bindemitteln (FGSV 727)

ZTV BEB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Erhaltung von Verkehrsflächen – Betonbauweisen (FGSV 898/1)
ZTV BEA-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Erhaltung von Verkehrsflächen – Asphaltbauweisen
TL BEB-StB	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen (FGSV 895)
TL BEB RH-StB	Technische Lieferbedingungen für Grundierungen und Oberflächenbehandlungen aus Reaktionsharzen sowie für Oberflächenbeschichtungen und Betonersatzsysteme aus Reaktionsharzmörtel für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Betonbauweisen (FGSV 898/2/3)
TP BEB RH-StB	Technische Prüfvorschriften für Grundierungen und Oberflächenbehandlungen aus Reaktionsharzen sowie für Oberflächenbeschichtungen und Betonersatzsysteme aus Reaktionsharzmörtel für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Betonbauweisen (FGSV 898/2/3)
ZTV Beton-StB	Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
TL Beton-StB	Technischen Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
M LP	Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton (FGSV 818)
RAP Stra	Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau (FGSV 916)
TL Gestein-StB	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (FGSV 613)
ZTV Asphalt-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt (FGSV 799)
TL Asphalt-StB	Technische Lieferbedingungen für Asphalt im Straßenbau
ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (FGSV 599)
ZTV SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (FGSV 698)
TL SoB-StB	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (FGSV 697)

	TL G SoB-StB	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Teil: Güteüberwachung (FGSV 696)
	TP BF-StB	Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau
	M Wieder- verwendung	Merkblatt zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken (FGSV 828)
	M RC	Merkblatt über die Wiederverwendung von mineralischen Baustoffen als Recycling-Baustoffe im Straßenbau
	M OB	Merkblatt für die Herstellung von Oberflächentexturen auf Fahrbahndecken aus Beton (FGSV 829)
	M VuB	Merkblatt über die Anwendung von Vliesstoffen und verwandten Produkten unter Betonfahrbahndecken
	TL NBM-StB	Technische Lieferbedingungen für flüssige Beton-Nachbehandlungsmittel (FGSV 814)
	ZTV Fug-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen (FGSV 897/1)
	TL Fug-StB	Technische Lieferbedingungen für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen (FGSV 897/2/3)
	TP Fug-StB	Technische Prüfvorschriften für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen
	ZTV Ew-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau (FGSV 598)
	M Geok E-StB	Merkblatt für die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus (FGSV 535) mit den Checklisten für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus (C Geok E-StB)
	TP Griff-StB (SKM)	Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau - Teil: Messverfahren SKM (FGSV 408/1)
	TP Griff-StB (SRT)	Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau - Teil: Messverfahren SRT (FGSV 408/2)
	Arbeitsanleitung	Arbeitsanleitung für Griffigkeitsmessungen mit dem LFC-Messverfahren (GripTester) (FGSV 411)
	TP Eben-StB	Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen im Straßenbau
	TP D-StB	Technische Prüfvorschriften zur Bestimmung der Dicken von Oberbauschichten im Straßenbau (FGSV 974)
	AP 67	Prüfung der Lagebestimmung von Dübeln und Ankern in Fahrbahndecken aus Beton (FGSV AP 67)
	STLK LB 114	Standardleistungskatalog „Betonbauweisen“
BAST	ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

Bezugsquellen:

Beuth Verlag GmbH

Anschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

Fon: 030 / 26 01-22 60, Fax: 26 01-1260,

E-Mail: info@beuth.de, Internet: www.beuth.de

FGSV Verlag GmbH

Anschrift: Wesselinger Straße 17, 50999 Köln

Fon: 022 36 / 38 46 30, Fax: 38 46 40,

E-Mail: info@fgsv-verlag.de, Internet: www.fgsv-verlag.de

Verkehrsblatt Verlag

Anschrift: Hohe Straße 39, 44139 Dortmund

Fon: 0231 / 12 80 47 oder 0180 / 534 01 30

Fax: 0231 / 12 80 09 oder 0180 / 534 01 20

E-Mail: info@verkehrsblatt.de

Internet: www.verkehrsblatt-verlag.de