

Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken und Platten- und Großformatbelä- gen – Neufassung des Merkblattes M BEP

Prof. Dr.-Ing. Martin Köhler

Lehrgebiet Straßenwesen,
Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe,
Emilienstraße 45, 32756 Detmold
Tel.: 05231 / 769-6651, E-Mail: martin.koehler@th-owl.de

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Burgetsmeier

ö. b. u. v. Sachverständiger für Straßenbau, Fachbereich Pflasterarbeiten
Keltenstr. 24, 86316 Friedberg
Tel. 0821/5697474, E-Mail: b.burgetsmeier@web.de

Dipl.-Ing. (FH) Wulf Schneider

ö. b. u. v. Sachverständiger für das Straßenbauer- und Pflastererhandwerk
Bornewasserstr. 44, 54294 Trier
Tel. 0651/33920, E-Mail: wulf.schneider@pflasterberatung.de

1 Notwendigkeit für eine Neufassung des Merkblattes M BEP

Im Jahr 2016 wurde von der FGSV das Merkblatt "Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken oder Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie von Einfassungen" (M BEP) herausgegeben. Mit diesem Merkblatt wurden erstmals Hinweise zur Durchführung der Zustandserfassung, zur Ermittlung der Ursachen von festgestellten Schäden und technischen Mängeln an Pflasterdecken und Plattenbelägen gegeben. Daneben wurden Erhaltungsgrundsätze beschrieben. Zudem wurden die Erhaltungsmaßnahmen an Pflasterdecken und Plattenbelägen in Maßnahmen der Instandhaltung, der Instandsetzung und der Erneuerung unterteilt, wobei die jeweiligen Maßnahmen dargestellt wurden. Die Inhalte des Merkblattes waren jedoch auf die ungebundene Ausführung von Pflasterdecken und Plattenbelägen beschränkt.

Mit dem Erscheinen der Neufassung der ATV DIN 18318, Ausgabe September 2019, und den ZTV Pflaster, Ausgabe 2020, haben sich seither die Technischen Vertragsbedingungen geändert. So war u. a. in die ATV DIN 18318 die gebundene Ausführung von Pflasterdecken und Plattenbelägen aufgenommen worden. Seitens der FGSV wurde dazu ergänzend das "Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (M FPgeb)" erarbeitet und bereits im Jahr 2018 veröffentlicht. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die Inhalte des Merkblattes M BEP um entsprechende Aussagen zur gebundenen Ausführung von Pflasterdecken und Plattenbelägen zu erweitern.

Bei der kürzlich abgeschlossenen Überarbeitung des "Merkblattes für Verkehrsflächen mit Großformaten (M FG)" wurden die Aussagen zur Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen in dieser Bauweise gestrichen, um auch diese Inhalte in das Merkblatt M BEP zu integrieren.

Damit umfasst die Neufassung des Merkblattes M BEP nunmehr die Hinweise zur Baulichen Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen sowohl in ungebundener als auch in gebundener Bauweise, zur Erhaltung von Verkehrsflächen mit Großformaten und zur Erhaltung von Einfassungen.

2 Zustandserfassung, Schadensanalyse und Erhaltungsplanung

2.1 Allgemeines

Maßnahmen der Baulichen Erhaltung setzen Kenntnisse über Umfang und Art von Mängeln und Schäden sowie deren Ursachen voraus. Mängel und Schäden sind an bestimmten Zustandsmerkmalen zu erkennen. Die Zusammenhänge werden im Merkblatt M BEP dargestellt.

Der visuell-sensitiv oder messtechnisch erfasste Zustand kann durch unterschiedliche Ursachen bedingt sein. Zustandsänderungen sind durch die normale Beanspruchung im Nutzungszeitraum zu erwarten. Vorzeitig auftretende Zustandsänderungen können durch eine Zunahme der Verkehrsbelastung und eine dadurch vorhandene Unterdimensionierung hervorgerufen werden.

Bauliche Maßnahmen zur Erhaltung sind nur Erfolg versprechend, wenn sie auf die Ursachen der Mängel bzw. Schäden abgestellt sind. Eine dauerhafte Erhaltung kann die Durchführung mehrerer Maßnahmen notwendig machen. Bauliche Maßnahmen zur Erhaltung müssen nach technischen, verkehrlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimiert werden. Die wesentlichsten Gesichtspunkte sind:

- Art, Umfang und Ursachen der Mängel oder Schäden,
- geplante Restnutzungsdauer der zu erhaltenden Verkehrsflächenbefestigung,
- Koordination mit Maßnahmen der Ver- und Entsorgungsträger,
- Verkehrsbelastung,
- Verkehrsführung während der Bauarbeiten,
- Zeitpunkt der Durchführung der Maßnahmen,
- zur Verfügung stehende Bauzeit,
- Kosten der Maßnahmen einschließlich verkehrlenkender Maßnahmen,
- verfügbare Mittel,
- mögliche Maßnahmen.

2.2 Feststellen des Zustandes der Verkehrsflächenbefestigung

Als Grundlage für Entscheidungen in der Erhaltungsplanung des Straßennetzes ist gemäß den "Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen - E EMI" eine systematische Zustandserfassung auf den Fahrbahn- und den Nebenflächen notwendig. Dabei wird der Zustand der Verkehrsflächenbefestigungen unter Verwendung definierter Zustandsmerkmale beschrieben. Die Zustandserfassung sollte periodisch in Abständen von etwa 4 bis 5 Jahren wiederholt werden, da sich infolge der Verkehrs- und Klimabeanspruchung Zustandsveränderungen einstellen.

Eine systematische Zustandserfassung ist nicht identisch mit der regelmäßigen Straßenkontrolle durch Mitarbeiter des Baulastträgers. Auch durch die bei Straßenkontrollen festgestellten Mängel können Erhaltungsmaßnahmen ausgelöst werden.

Die systematische Zustandserfassung kann visuell-sensitiv oder messtechnisch erfolgen. Für die Zustandserfassung sollten die folgenden Teile des Technischen Regelwerks beachtet werden:

- Messtechnische Zustandserfassungen werden durchgeführt gemäß den ZTV ZEB-StB unter Beachtung der "Arbeitspapiere zur Systematik der Straßenerhaltung" (AP 9):
 - Für Außerortsstraßen gemäß Reihe M: Messtechnische Zustandserfassung
 - Für innerörtliche Verkehrsflächen gemäß Reihe K "Kommunale Belange", Abschnitt K 2 "Zustandserfassung", Unterabschnitt K 2.1 "Vorbereitung und Durchführung der messtechnischen Zustandserfassung für innerörtliche Verkehrsflächen". Die Länge der Auswerteabschnitte sollte mit maximal 10 m festgelegt werden.
- Visuelle Zustandserfassungen werden durchgeführt anhand der "Arbeitspapiere zur Systematik der Straßenerhaltung" (AP 9):
 - Für Außerortsstraßen gemäß Reihe V: Visuelle Zustandserfassung
 - Für innerörtliche Verkehrsflächen gemäß Reihe K "Kommunale Belange", Abschnitt K 2 "Zustandserfassung", Unterabschnitt K 2.2 "Vorbereitung und Durchführung der visuellen Zustandserfassung für innerörtliche Verkehrsflächen" und Unterabschnitt K 2.3 "Schadenskatalog für die messtechnische und visuelle Zustandserfassung"

Insbesondere bei der Erstellung einer Erfassungsrichtlinie für die visuelle Zustandserfassung von innerörtlichen Verkehrsflächen sind die nachfolgenden Definitionen der Zustandsmerkmale und -indikatoren zu beachten. Anstelle einer stufenweisen Erfassung der Ausprägung der Zustandsmerkmale sollte vielmehr eine Registrierung der gemessenen Ausprägung erfolgen (z. B. Spurrinnentiefe $SPT = 35 \text{ mm}$ anstelle $30 < SPT \leq 60 \text{ mm}$).

Das Verhalten der Straßenbefestigung oder einzelner Schichten wird mit den vorgenannten Prüfverfahren nicht erfasst. Zur Feststellung der Ursachen von Schäden können daher noch weitere Untersuchungen erforderlich sein.

2.3 Zustandsmerkmale

Folgende Zustandsmerkmale sind aufzunehmen:

- Ebenheit im Längsprofil / Allgemeine Unebenheiten
- Ebenheit im Querprofil / Spurrinne
- Unvollständig gefüllte und offene Fugen
- Abweichungen im Pflaster-/Plattenverband
- Risse und Abplatzungen an Befestigungselementen oder fehlende Teile von Befestigungselementen
- Gefügebrauchungen
- Flickstellen
- Zustand der Einfassungen und Entwässerungseinrichtungen

Jedes Zustandsmerkmal wird im Merkblatt M BEP kurz beschrieben. Die Zustandsindikatoren werden in Abhängigkeit von der Form der Zustandserfassung definiert. Abschließend wird das Zustandsmerkmal mit einem Beispiel dargestellt. Am Zustandsmerkmal "Ebenheit im Längsprofil / Allgemeine Unebenheiten" wird die Vorgehensweise nachfolgend beispielhaft dargestellt.

2.4 Zustandsindikatoren für das Zustandsmerkmal "Ebenheit im Längsprofil / Allgemeine Unebenheiten"

Als "Allgemeine Unebenheit" bezeichnet werden Abweichungen der Form der Ist-Oberfläche von der Soll-Oberfläche.

Zustandsindikatoren

Messtechnische Zustandserfassung:

Die nachfolgend genannten Zustandsindikatoren werden ermittelt durch Auswertung des bei der Zustandserfassung registrierten Höhenlängsprofils in der rechten Radspur des Verkehrs

- SM4L_M: Max. Abweichung [mm] unter der 4m-Messbasis, ermittelt durch 4m-Richtlattensimulation
- SM4L_A: Mittelwert der max. Abweichungen [mm] unter der 4m-Messbasis , ermittelt durch 4m-Richtlattensimulation

Visuelle Zustandserfassung:

Die Erfassung erfolgt entweder durch Beobachtung der Nick- und Wankbewegungen von Fahrzeugen (UNE) oder durch Erfassung der Ausdehnung und der Ausprägung der Muldigkeit MUL (langwellige Längsunebenheiten in Form von Wellen, Buckel, Mulden ohne Kanten) und der Kantigkeit KAN (kurzwellige Unebenheiten in Form von Stufenbildung oder Löchern). Bei Nebenflächen ist eine optische Einschätzung ausreichend.

- UNE: Ausprägung der Allg. Unebenheiten je Erfassungsabschnitt [-] in den Stufen
 - 1) nicht vorhanden
 - 2) schwach ausgeprägt
 - 3) deutlich ausgeprägt
 - 4) stark ausgeprägt
 - 5) sehr stark ausgeprägt
- MUL: Betroffener Flächenanteil [%], ggf. unter Angabe der Intensität der Ausprägung
- KAN: Betroffener Flächenanteil [%], ggf. unter Angabe der Intensität der Ausprägung



Bild 1: Beispiel für langwellige, muldenartige Unebenheiten in einer Pflasterdecke (Foto: M. Köhler)



Bild 2: Beispiel für Unebenheiten (Stufenbildung) bei einer Pflasterdecke in gebundener Ausführung (Foto: J. Ludwig)



Bild 3: Beispiel für Unebenheiten (Stufenbildung) an einem Belag aus Großformaten in ungebundener Ausführung (Foto: A. Eichler)

3 Art und Ursache von Schäden und Mängeln

3.1 Allgemeines

Zur Feststellung der Ursachen von Schäden und Mängeln sind die Ergebnisse der Zustandserfassung häufig nicht ausreichend, da sich die Schadensursachen hiermit nicht eindeutig eingrenzen lassen. Gegebenenfalls sind ergänzende Messungen, wie z. B.

- Längs- und/oder Querprofilmessungen als berührende Messungen,
- Messung der Fugenbreiten und der Stufenhöhen zwischen benachbarten Befestigungselementen,
- Messung der Höhendifferenzen an Anschlüssen und Rinnen,
- Messung der Neigungsverhältnisse,
- Griffigkeitsmessungen mit dem SRT-Pendelgerät und dem Ausflussmesser,
- und/oder Dokumentationen des Oberflächenbildes

erforderlich.

Daneben sind gegebenenfalls Aufgrabungen zur Feststellung der Schichtdicken und -eigenschaften (z. B. Tragfähigkeit, Korngrößenverteilung, Wasserdurchlässigkeit) durchzuführen. Zusätzlich ist gegebenenfalls zu prüfen, inwieweit die vorhandene Verkehrsführung und Verkehrsbelastung der ursprünglich erwarteten Nutzung entspricht.

Das Merkblatt M BEP führt für jedes Zustandsmerkmal auf, welche Erscheinungsbilder und Schadensursachen zugeordnet werden können und welche Erhaltungsmaßnahmen geeignet sind. Dies gibt u. a. Hinweise darauf, welche zusätzlichen Untersuchungen notwendig sind. Beispielhaft sind nachfolgend die möglichen Erscheinungsbilder und Schadensursachen für das Zustandsmerkmal "Allgemeine Unebenheiten" aufgeführt.

3.2 Erscheinungsbild und Schadensursachen für das Zustandsmerkmal "Allgemeine Unebenheiten"

3.2.1 Ungebundene Ausführung

Erhöhungen und Vertiefungen in Pflasterdecken/Plattenbelägen sind vertikale Verschiebungen ganzer Pflaster-/Platten-/Großformatbereiche. Stufen entstehen durch unterschiedliche Setzungen benachbarter Befestigungselemente.

Erscheinungsbild

- langgezogene Erhöhungen (Buckel, Wellen und Wölbungen),
- Einzelunebenheiten (Stufen oder Kanten),
- Vertiefungen (Mulden, Einsenkungen, (Schlag-)Löcher, Ausbrüche, Abplatzungen).

Ursachen

- Verwendung von Befestigungselementen unterschiedlicher Nenndicke,
- fehlende, zu dicke oder ungleichmäßig dicke Bettung,
- ungenügende Verdichtung und/oder Tragfähigkeit der ungebundenen Schichten,
- unzureichende Raum-/Frostbeständigkeit, speziell von ungebundenen Schichten aus Recyclingmaterial oder industriellen Nebenprodukten,
- Setzungen im Untergrund/Unterbau,
- Wasserrückhalt innerhalb des Oberbaus,
- Unterdimensionierung des Oberbaus,
- fehlender seitlicher Verbund bzw. fehlende Randeinfassung,
- Unterhöhlung der Pflasterdecke/ des Platten- oder Großformatbelags, z. B. durch Wühltiere,
- unterschiedliche vertikale und horizontale Verkehrsbelastungen (Spurführung, Lenken und Bremsen),
- Wurzeldruck.

3.2.2 Gebundene Ausführung

Erhöhungen und Vertiefungen bei Befestigungselementen in gebundener Ausführung sind vertikale Verschiebungen einzelner Befestigungselemente oder ganzer Teilflächen. Durch entstandene Risse können einzelne Befestigungselemente aus dem Verbund gelöst werden.

Erscheinungsbild

- langgezogene Erhöhungen (Buckel, Wellen und Wölbungen),
- Einzelunebenheiten (Stufen oder Kanten),
- Vertiefungen (Mulden, Einsenkungen, (Schlag-)Löcher, Ausbrüche, Abplatzungen),
- Ablösung der Befestigungselemente von der Bettung,
- Rissbildungen in den Fugen und durch die Befestigungselemente,

- Verlust von Fugenfüllungen.

Ursachen

- ungleichmäßig dicke Bettung oder zu dünne Bettung,
- ungenügende Festigkeit des Bettungsmörtels,
- ungenügende oder ungleichmäßige Haftzugfestigkeit zwischen Befestigungselement und Bettungsmörtel,
- fehlende Bewegungsfugen,
- Kippen von Befestigungselementen an der Bewegungsfuge,
- durch unsachgemäße Reinigung „verwässerte“ obere Fugenfüllung,
- fehlender seitlicher Verbund bzw. fehlende Einfassung,
- Unterdimensionierung des Oberbaus,
- ungenügende oder ungleichmäßige Verdichtung und/oder Tragfähigkeit der ungebundenen oder gebundenen Schichten,
- unzureichende Raum-/Frostbeständigkeit, speziell von ungebundenen Schichten aus Recyclingmaterial oder industriellen Nebenprodukten,
- Setzungen im Untergrund/Unterbau,
- Unterhöhlung der Pflasterdecke/ des Platten- oder Großformatbelags, z. B. an Aufgrabungen.

4 Erhaltungsplanung

Eine systematische Erhaltungsplanung der Verkehrsflächenbefestigungen erfolgt in Anlehnung an die "Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen" (RPE-Stra 01) sowie auf der Grundlage der "Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen" (E EMI 12). Darin sind die wesentlichsten verwaltungstechnischen Aufgaben eines Managementsystems der Straßenerhaltung

- zur Erfassung und Bewertung des Zustandes der Verkehrsflächenbefestigungen einschließlich einer Prognose der Zustandsentwicklung,
- zur Erarbeitung von Erhaltungsstrategien,
- zur Aufstellung von mittelfristigen Bedarfsprogrammen und jährlichen Programmplanungen,
- zur deren Umsetzung auf der Ausführungsebene und zur Koordinierung mit Maßnahmen anderer Baulastträger

beschrieben.

Bei der Erhaltungsplanung sollte darauf geachtet werden, die technische Nutzungsdauer mit der wirtschaftlichen Nutzungsdauer (Abschreibungszeitraum) abzustimmen. Für die langfristige Erhaltungsplanung sollten aus den Ergebnissen der wiederholt durchgeführten Zustandserfassungen Verhaltensfunktionen abgeleitet werden, die als Zustandsprognosefunktionen verwendet werden können.

5 Erhaltungsgrundsätze

5.1 Notwendigkeit von Erhaltungsarbeiten

Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecke bzw. Platten- oder Großformatbelag erreichen bei sachgerechter Planung und Ausführung sowie unter der plangemäßen Belastung durch den Verkehr eine Nutzungsdauer, die derjenigen anderer Bauweisen entspricht. Dies setzt allerdings auch voraus, dass während der Nutzungsdauer eine auf die Anforderungen der Pflasterbauweise abgestimmte Reinigung und Erhaltung der Flächenbefestigung stattfindet. Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken bzw. Platten-/Großformatbelägen sind - ebenso wie andere Bauweisen - nicht wartungsfrei!

5.2 Belastungen / Beanspruchungen

Bereits bei der Planung der Verkehrsflächenbefestigung ist die im Verlauf der Nutzungsdauer zu erwartende Belastung der Verkehrsfläche möglichst zutreffend abzuschätzen. Hierzu zählt die Angabe der zu erwartenden Fahrzeugtypen und der Verkehrsmengen. Auch ein nur gelegentliches Befahren, beispielsweise durch Ver- und Entsorgungsfahrzeuge oder Fahrzeuge des Reinigungs- und Wartungsdienstes ist zu berücksichtigen. Die Dimensionierung der Verkehrsflächenbefestigung auf der Basis der zu erwartenden Verkehrsmengen erfolgt nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12).

Von maßgebender Bedeutung für Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecke oder Großformatbelag ist zudem das Auftreten der in den RStO genannten besonderen Beanspruchungen, beispielsweise durch spurfahrenden Verkehr, enge Kurvenfahrt und häufige Brems- und Beschleunigungsvorgänge. Derartige Verkehrsbelastungen, die horizontale Längs-/Quer- und Schubbeanspruchungen der Pflasterdecke bzw. des Großformatbelages verursachen, sind u. a. bei der Wahl von Form und Dicke der Befestigungselemente sowie bei der Festlegung des Verbandes (Verlegemuster) von wesentlicher Bedeutung (siehe M FP). Daneben ist auch die vorgesehene Art der Reinigung zu beachten.

Werden die zu erwartenden Verkehrsbelastungen und besonderen Beanspruchungen von Pflasterdecken und Plattenbelägen im Rahmen der Planung nicht ausreichend zutreffend abgeschätzt oder treten während der Nutzungsdauer erhebliche Veränderungen der Beanspruchungssituation auf, so ist mit Zustandsveränderungen zu rechnen, die Instandsetzungs- oder Erneuerungsmaßnahmen notwendig werden lassen.

5.3 Grundsätze für Pflasterdecken und Platten- oder Großformatbeläge in ungebundener Ausführung

In einer Pflasterfläche bzw. einem Platten- oder Großformatbelag kommt den Fugen eine besondere Bedeutung für die Lastabtragung und die Verformungsbeständigkeit der Decke zu. Über das in den Fugen befindliche Fugenmaterial werden Vertikal- und Horizontalkräfte auf die jeweils benachbarten Befestigungselemente übertragen und temperaturbedingte Verformungen der Pflasterdecke bzw. des Platten- oder Großformatbelags abgebaut. Daher ist ein besonderes Augenmerk auf die Einhaltung der anforderungsgerechten Fugenbreite und die Vollständigkeit der Fugenfüllung zu legen.

Unebenheiten, die einen Wasserrückhalt verursachen, führen dazu, dass in verstärktem Maße Wasser über die Fugen in den Oberbau einsickert und die Tragfähigkeit der Schichten ohne Bindemittel verringert. Derartige Unebenheiten sollten daher umgehend beseitigt werden.

Verformungen der Pflasterdecke / des Platten- oder Großformatbelags können auf Setzungen in den Tragschichten oder im Unterbau/Untergrund zurückzuführen sein. Einer gleichmäßigen, ausreichenden Verdichtung dieser Schichten, einer auf die Belastung abgestimmten Materialauswahl und einer ausreichend hohen Tragfähigkeit der Unterlage kommt daher eine besondere Bedeutung zu.

Bei der Verwendung von Recyclingbaustoffen oder industriellen Nebenprodukten in den Tragschichten bzw. im Unterbau können Verformungsschäden auf eine nicht ausreichende Raum- und/oder Frostbeständigkeit zurückzuführen sein. Daher ist besonders darauf zu achten, dass Tragschicht- oder Unterbaumaterialien keine quellfähigen oder zerfallsempfindlichen Bestandteile enthalten.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass von den Fugen der Decke / des Belages, zumindest zeitweilig im Verlauf der Nutzungsdauer, ein Teil des Oberflächenwassers aufgenommen wird, der durch die Oberbauschichten hindurchsickert. Auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Bettung und der Tragschicht(en) ist daher ebenfalls ein besonderes Augenmerk zu legen.

5.4 Grundsätze für Pflasterdecken und Platten- oder Großformatbeläge in gebundener Ausführung

Im Gegensatz zu einer Pflasterdecke bzw. einem Platten- oder Großformatbelag in ungebundener Ausführung verhält sich eine gebundene Ausführung ähnlich wie eine Betondecke (auch als „starre Bauweise“ bezeichnet). Dies muss bei der Planung der Einfassungen, der Einbauten und bei der Anordnung von Bewegungsfugen berücksichtigt werden. Allerdings kann durch die Anordnung von Bewegungsfugen die Rissbildung nicht vollständig verhindert werden.

Um eine ausreichend steife, gegen plastische Verformungen widerstandsfähige Unterlage zu erreichen, muss unter einer gebundenen Pflasterdecke bzw. einem gebundenen Plattenbelag grundsätzlich eine wasserdurchlässige Asphalttragschicht oder eine Dränbetontragschicht¹ auf einer Tragschicht ohne Bindemittel ausgeführt werden. Vor der Herstellung der Pflasterdecke bzw. des Platten- oder Großformatbelages ist zu prüfen, ob die Festigkeit (bei Dränbetontragschichten), die Wasserdurchlässigkeit, die Höhenlage und Neigung sowie die Ebenheit der Unterlage anforderungsgerecht vorhanden sind.

Auch die unter der gebundenen Tragschicht befindlichen Schichten müssen eine ausreichende und gleichmäßige Tragfähigkeit und Verformungsbeständigkeit aufweisen. Insbesondere im Bereich von Leitungstrassen ist hierauf zu achten.

Bettungs- und Fugenmörtel sind so herzustellen und zu verarbeiten, dass sie die notwendigen Materialeigenschaften im fertigen Bauwerk in ausreichender Gleichmäßigkeit aufweisen. Insbesondere ist hierbei das Erreichen einer ausreichenden Haftzugfestigkeit zwischen den Befestigungselementen und dem Bettungs-/Fugenmörtel von Bedeutung, auch wenn hierbei eine Reihe von Einflüssen zu berücksichtigen sind.

Durch das unterschiedliche Erhärtungs- und Schwindverhalten und durch unterschiedliche Elastizitätsmoduln der gebundenen Komponenten Tragschicht, Bettung sowie der Fugenfüll-

¹ Dränbetontragschicht bzw. Dränbetondeckschicht nach dem Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen (M VV), wegen der unterschiedlichen Festigkeitsanforderungen **nicht** Dränbetontragschicht nach dem Merkblatt für Dränbetontragschichten (M DBT)

lung sind Eigenspannungen in der gesamten Konstruktion unvermeidbar. Daher sind aufeinander abgestimmte Baustoffeigenschaften sowie ausreichende Material- und Verbundfestigkeiten (Haftzugfestigkeiten) im eingebauten Zustand erforderlich.

Eine Vorbehandlung der Unterseite der Befestigungselemente durch Aufbringen eines Haftvermittlers führt zu einer Erhöhung der Haftzugfestigkeit zwischen den Befestigungselementen und dem Bettungsmörtel. Sie ist daher in der Regel vorzusehen.

Gebunden ausgeführte Flächenbefestigungen bedürfen bis zur ausreichenden Erhärtung des Mörtels eines geeigneten Schutzes und einer Nachbehandlung.



Bild 4: Beispiel für die Anzahl und den Verlauf von Leitungen unterhalb der Tragschichten (Foto: W. Schneider)

6 Ausführung Baulicher Erhaltungsmaßnahmen

6.1 Allgemeines

Anhand der Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung sowie der zusätzlich durchgeführten Ermittlung der Art und Ursache von Schäden und Mängeln ist zu entscheiden, welche Maßnahmeart(en) geeignet ist/sind, um die Schäden bzw. Mängel möglichst dauerhaft zu beseitigen.

Treten in einer Fläche häufig kleinflächige Schäden auf, die jeweils durch Instandhaltungsmaßnahmen beseitigt werden, so sollte eine Instandsetzungs- oder Erneuerungsmaßnahme alternativ in Betracht gezogen werden.

6.2 Instandhaltung

Zu den Instandhaltungsmaßnahmen zählen bauliche Maßnahmen kleineren Umfangs zur Substanzerhaltung von Verkehrsflächen. Diese werden in der Regel mit geringem Aufwand

kurzfristig nach dem Auftreten eines örtlich begrenzten Schadens ausgeführt. Nachfolgend aufgelistete Instandhaltungsmaßnahmen sind detailliert im Merkblatt M BEP beschrieben:

6.2.1 Instandhaltungsmaßnahmen an Pflasterdecken bzw. Platten- oder Großformatbelägen in ungebundener Ausführung

Zu den Instandhaltungsmaßnahmen zählen:

- **Nachfüllen von Fugenmaterial**
Unverzüglich nach Feststellung der Fugentleerung (ab einer Entleerungstiefe von ca. 2 cm) erfolgt ein Einarbeiten von Fugen-, Fugenschlussmaterial oder gegebenenfalls von stabilisiertem Fugenmaterial
- **Richten und/oder Anheben von Befestigungselementen**
Nach sorgfältigem Ausbau und Reinigung der Befestigungselemente werden das Bettungsmaterial ausgetauscht und die Befestigungselemente fachgerecht neu verlegt/versetzt und dabei die Fugen mindestens zweifach gefüllt.
- **Austauschen von geschädigten Pflastersteinen oder Platten**
Die Ausführung erfolgt wie beim Richten und/oder Anheben von Befestigungselementen, allerdings unter Mitverwendung gleichartiger, gleichfarbiger Befestigungselemente. Sind Ersatz-Befestigungselemente nicht in ausreichender Menge verfügbar, sind sinnvolle Teilflächen mit ähnlichen Befestigungselementen herzustellen.
- **Vorübergehender Ersatz zur kurzfristigen Wiederherstellung der Verkehrssicherheit**
Fehlstellen in einer Pflasterdecke, einem Platten- oder Großformatbelag, die vorübergehend mit Asphalt, Beton oder abweichenden Befestigungselementen gefüllt wurden, werden aus Gründen der Funktionalität und eines einheitlichen Erscheinungsbildes kurzfristig unter Verwendung von Ersatz-Befestigungselementen anforderungsgerecht wieder hergestellt.

6.2.2 Instandhaltungsmaßnahmen an Pflasterdecken bzw. Platten- oder Großformatbelägen in gebundener Ausführung

Die Instandhaltungsmaßnahmen umfassen hier:

- **Ausbessern von Fugenfüllungen**
Die Maßnahme beinhaltet den Ersatz der Fugenfüllung im oberen Bereich der Mörtelfugen (ab einem Verlust von Fugenmörtel über eine Tiefe von 3 cm hinaus) bei ansonsten standfesten Befestigungselementen. Als mögliche Ausführungsart kommt einerseits das Ausbessern mit kunstharzgebundenem Fugenmörtel in Betracht. Ab einer Fugentiefe von ca. 5 bis 6 cm kann das Ausbessern mit zementgebundenem Fugenmörtel mit kunstharzgebundenem Haftvermittler sowie das Ausbessern mit zementgebundenem Fugenmörtel ohne Haftvermittler ausgeführt werden.
- **Ausbessern der Füllung von Bewegungsfugen**
Nach dem Entfernen der vorhandenen Fugenfüllung und dem Ausbürsten und Aussaugen der an den Flanken anhaftenden Reststoffe erfolgt die Füllung der vorbereiteten Fuge mit einer kalt verarbeitbaren Fugenmasse der Klasse 25 für Pflasterdecken in Verkehrsflächen nach ZTV Fug-StB.

- **Aufweiten und Verfüllen von Rissen**

Das Auftreten von Rissen bei Pflasterdecken, Platten- und Großformatbelägen in gebundener Ausführung ist grundsätzlich nicht zu vermeiden. Wenn auffällige Rissansammlungen mit Rissbreiten bis 0,8 mm oder Risse mit Rissbreiten von mehr als 0,8 mm vorliegen, sollten weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden. Dabei ist insbesondere die Risstiefe durch Bohrkernentnahme zu ermitteln. Vertikale Einzelrisse, die noch nicht zu einem Verbundverlust der Befestigungselemente geführt haben, können aufgeweitet und in Scheinfugen umgewandelt werden. Die Breite des Aufweitungsschnittes sollte mindestens 8 mm, die Tiefe mindestens dem 2,5-Fachen der Schnittbreite entsprechen. Die aufgeweiteten, gereinigten Risse werden nach dem Säubern an den Wandungen (falls möglich) mit einem Primer versehen und danach mit einer geeigneten kalt verarbeitbaren Fugenmasse der Klasse 25 für Pflasterdecken in Verkehrsflächen gemäß TL Fug-StB verfüllt.

- **Ausbessern einzelner Befestigungselemente**

Befestigungselemente, die sich in einer gebundenen Pflasterdecke / einem gebundenen Platten- oder Großformatbelag in einer Fläche von bis zu ca. 0,5 m² gelöst haben, werden aus der Decke / dem Belag vorsichtig ausgebaut. Wiederverwendbare Befestigungselemente werden gesäubert. Die Bettung wird schonend ausgebaut und die Unterlage gereinigt. Eine vorhandene geschädigte Tragschicht wird durch Dränbeton ersetzt. Die Wiederherstellung der Pflasterdecke / des Platten- oder Großformatbelags in der vorbereiteten Fläche erfolgt unter Beachtung des Merkblatts M FPgeb.



Bild 5: Aufweiten von Rissen bei einer Pflasterdecke in gebundener Ausführung (Foto: B. Burgetsmeier)

6.3 Instandsetzung

Instandsetzungsmaßnahmen sind bauliche Maßnahmen zur Substanzerhaltung oder zur Verbesserung der Oberflächeneigenschaften von Verkehrsflächen, die auf zusammenhängenden Flächen, auf Straßen in der Regel zumindest über eine Fahrstreifenbreite, ausgeführt werden.

6.3.1 Instandsetzungsmaßnahmen an Pflasterdecken bzw. Platten- oder Großformatbelägen in ungebundener Ausführung

Die nachfolgend aufgeführten Instandsetzungsmaßnahmen sind detailliert im Merkblatt M BEP beschrieben:

- **Aufrauen (in Abhängigkeit vom Steinmaterial)**
Die Verfahren zur Verbesserung der Griffigkeit bzw. der Rutschsicherheit sind in ihrer Wirkungsweise unterschiedlich und müssen daher in Abhängigkeit vom Material, von der Größe und der Form der verwendeten Befestigungselemente und ihrer Lagestabilität ausgewählt werden. Die Eignung des jeweiligen Verfahrens sollte daher vorab geprüft werden. Für das Aufrauen stehen die folgenden Verfahren zur Verfügung:
 - a) Mechanische Verfahren
 - Bürsten
 - Strahlen mit festen Strahlmitteln
 - Stocken
 - Schleifen
 - Krönen
 - Rillieren (Grooving)
 - Schlagsternverfahren
 - b) Thermische Verfahren (Flammstrahlen)
 - c) Laserverfahren



Bild 6: Durch Krönen aufgeraute Natursteinplatten (Foto: B. Burgetsmeier)

- **Nachfüllen von Fugenmaterial**
Werden ausgesaugte oder ausgespülte Fugen durch Einbringen von Fugenmaterial als Instandsetzungsmaßnahme großflächig verfüllt, so erfolgt das Vorgehen wie bereits unter "Instandhaltungsmaßnahmen" beschrieben.
- **Fugenverguss**
Wurde eine Pflasterdecke bzw. ein Platten- oder Großformatbelag mit vergossenen Fugen hergestellt, so sind bei schadhaftem oder zu geringem Fugenverguss die Fugen in einer Tiefe von ca. 30 mm auszukratzen oder auszublasen, zu reinigen und gegebenenfalls zu trocknen. Anschließend ist die Fugenvergussmasse nach TL Fug-StB gemäß DIN 18318 einzubringen.

6.3.2 Instandsetzungsmaßnahmen an Pflasterdecken bzw. Platten- oder Großformatbelägen in gebundener Ausführung

- **Ausbessern von Fugenfüllungen**
Ist der Verlust von Fugenmörtel in einem größeren Umfang vorhanden, so erfolgt das Ausbessern der Fugenfüllungen, wie bereits unter den Instandhaltungsmaßnahmen beschrieben, als Instandsetzungsmaßnahme.
- **Heben und Neuversetzen von Befestigungselementen**
Die Maßnahme beinhaltet ein Ausbessern der Befestigungselemente in größeren Flächen. Das Vorgehen erfolgt wie bei der bereits beschriebenen Instandhaltungsmaßnahme. Sollte es sich allerdings um einen Tragfähigkeitsschaden handeln oder ist die Wasserdurchlässigkeit der Unterlage mangelhaft, so ist eine Erneuerungsmaßnahme erforderlich.
- **Aufrauen**
Die Griffigkeit bzw. Rutschsicherheit einer Pflasterdecke bzw. eines Platten- oder Großformatbelags kann durch die unter Abs. 6.3.1 genannten aufrauenden Verfahren verbessert werden. Auch hier ist die Eignung des jeweiligen Verfahrens zunächst zu prüfen. Es ist möglichst ein Verfahren zu wählen, welches nicht zu einem umfangreichen Ausbessern der Fugenfüllung führt.

6.4 Erneuerung

6.4.1 Allgemeines

Erneuerungsmaßnahmen sind bauliche Maßnahmen zur vollständigen Wiederherstellung der Verkehrsflächenbefestigung oder von Teilen davon.

Eine Erneuerung ist dann vorzusehen, wenn die Ursachen der festgestellten Schäden durch Maßnahmen der Instandhaltung oder Instandsetzung nicht zu beseitigen sind. Erneuerungsmaßnahmen sind insbesondere durchzuführen,

- wenn Schäden aus einer nicht anforderungsgerechten Konzeption der Decke bzw. des gesamten Oberbaus herrühren,

- wenn die Bettung nicht die notwendige Verformungsbeständigkeit und/oder Wasserdurchlässigkeit besitzt bzw. die Bettung Schäden aufweist,
- wenn die Tragschicht(en) eine unzureichende Tragfähigkeit und/oder Wasserdurchlässigkeit besitzt/besitzen.

Vor der Durchführung von Erneuerungsmaßnahmen ist zu prüfen, ob Verbesserungen am Untergrund, Unterbau und Oberbau erforderlich werden und inwieweit die Funktionsfähigkeit der Entwässerungseinrichtungen noch gewährleistet ist.

Bei der Erneuerung ist die Dicke der Verkehrsflächenbefestigung nach den RStO zu bestimmen. Dabei sind in jedem Fall die Beschaffenheit der Unterlage, die verfügbaren Konstruktionshöhen, der Zustand der verbleibenden Befestigung und geänderte Beanspruchungen zu berücksichtigen.

Erneuerungsmaßnahmen umfassen entweder nur die Erneuerung der Decke oder die Erneuerung der Decke und der Tragschicht(en).

6.4.2 Erneuerungsmaßnahmen an Pflasterdecken bzw. Platten- oder Großformatbelägen in ungebundener Ausführung

- **Erneuerung der Decke / des Belages**
Sind die Dicke, die Tragfähigkeit und die Wasserdurchlässigkeit der vorhandenen Tragschicht(en) gegeben, so wird lediglich die alte Pflasterdecke / der alte Belag vollständig entfernt. Das Tragschichtmaterial wird aufgelockert und gegebenenfalls ergänzt; die Oberfläche wird höhen- und profilgerecht hergestellt und verdichtet. Der Einbau der neuen Pflasterdecke / des neuen Platten- oder Großformatbelags erfolgt gemäß ZTV Pflaster-StB unter Beachtung der Hinweise der Merkblätter M FP und M FG.
- **Erneuerung der Decke / des Belags und der Tragschicht(en)**
Sind vorhandene Tragschichten hinsichtlich ihrer Dicke, Tragfähigkeit, Verformungsbeständigkeit, Wasserdurchlässigkeit und/oder Frostbeständigkeit für den vorliegenden Anwendungszweck ungeeignet oder besitzt der Untergrund/Unterbau keine ausreichende Tragfähigkeit bzw. Verformungsbeständigkeit, so ist die vollständige Erneuerung des Oberbaus notwendig. Die Dimensionierung des Oberbaus erfolgt auf der Grundlage der RStO.

6.4.3 Erneuerungsmaßnahmen an Pflasterdecken bzw. Platten- oder Großformatbelägen in gebundener Ausführung

- **Erneuerung der Decke / des Belages**
Sind die Dicke, die Tragfähigkeit und die Wasserdurchlässigkeit der vorhandenen Tragschicht(en) gegeben, so werden die Befestigungselemente ausgebaut ohne die Anschlüsse an die verbleibenden Flächen zu schädigen. Die Bettung wird ebenfalls ausgebaut und die Unterlage gereinigt. Ist die Unterlage nicht ausreichend höhen- und profilgerecht, kann sie während des Einbaus der gebundenen Pflasterdecke / des gebundenen Platten- oder Großformatbelags frisch in frisch mit maximal zwei Lagen Bettungsmörtel (jeweils maximal 6 cm dick), deren untere Lage durch Stampfen zu verdichten ist, ausgeglichen werden. Der Einbau der neuen Pflasterdecke / des neuen Platten- oder Großformatbelags erfolgt unter Beachtung des Merkblatts M FPgeb.
- **Erneuerung der Decke / des Belags und der Tragschicht(en)**
Sind vorhandene Tragschichten hinsichtlich ihrer Dicke, Tragfähigkeit, Verformungs-

beständigkeit, Wasserdurchlässigkeit und/oder Frostbeständigkeit für den vorliegenden Anwendungszweck ungeeignet oder besitzt der Untergrund/Unterbau keine ausreichende Tragfähigkeit bzw. Verformungsbeständigkeit, so ist die vollständige Erneuerung des Oberbaus notwendig. Die Dimensionierung des Oberbaus erfolgt auf der Grundlage der RStO und des Merkblatts M FPgeb.

7 Zusammenfassung

Im Rahmen einer Überarbeitung wurde das im Jahr 2016 erschienene Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken oder Plattenbelägen (M BEP) nunmehr um Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung sowie Großformatbeläge erweitert. Die gebundene Ausführung war im Jahr 2019 in die Neufassung der ATV DIN 18318 integriert worden. Zudem war hierfür das Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (M FPgeb) erarbeitet worden.

Das in der Ausgabe 2022 in Kürze erscheinende Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Platten- und Großformatbelägen sowie von Einfassungen (M BEP) beinhaltet somit einerseits Hinweise zur Durchführung der Zustandserfassung auf Fahrbahnen und Nebenflächen sowie andererseits Empfehlungen zur Auswahl und Durchführung geeigneter Erhaltungsmaßnahmen im Rahmen der Erhaltungsplanung. Anhand vieler Beispiele werden die Art und Ursache von Schäden und technischen Mängel dargestellt sowie die zu ergreifenden Maßnahmen daraus abgeleitet. Die einzelnen Maßnahmen der Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung werden voneinander abgegrenzt und bezüglich ihrer Ausführung beschrieben.

Literatur

Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) (DIN 18318:2019-09): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen; Ausgabe September 2019. Beuth Verlag, Berlin.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2001): Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra 01). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2012): Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (E EMI 12). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2012): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2015): Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung und Einfassungen (M FP). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2015): Arbeitspapier zur Systematik der Straßenerhaltung, Reihe K: Kommunale Straßen, Abschnitt K 2: Zustandserfassung, Unterabschnitt K 2.2: Vorbereitung und Durchführung der visuellen Zustandserfassung für innerörtliche Verkehrsflächen (AP 9, Reihe K, Abschnitt K 2.2). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2015): Arbeitspapier zur Systematik der Straßenerhaltung, Reihe K: Kommunale Straßen, Abschnitt K 2: Zustandserfassung, Unterabschnitt K 2.3: Schadenskatalog für die messtechnische und visuelle Zustandserfassung (AP 9, Reihe K, Abschnitt K 2.3). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2016): Arbeitspapier zur Systematik der Straßenerhaltung, Reihe K: Kommunale Straßen, Abschnitt K 2: Zustandserfassung, Unterabschnitt K 2.1: Vorbereitung und Durchführung der messtechnischen Zustandserfassung für innerörtliche Verkehrsflächen (AP 9, Reihe K, Abschnitt K 2.1). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2018): Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (M FPgeb). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2020): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen (ZTV Pflaster-StB 20). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2022): Merkblatt für Verkehrsflächen mit Großformaten (M FG). FGSV Verlag, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2022): Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Platten- und Großformatbelägen sowie von Einfassungen (M BEP). FGSV Verlag, Köln.