

Detmolder Verkehrstag 2015

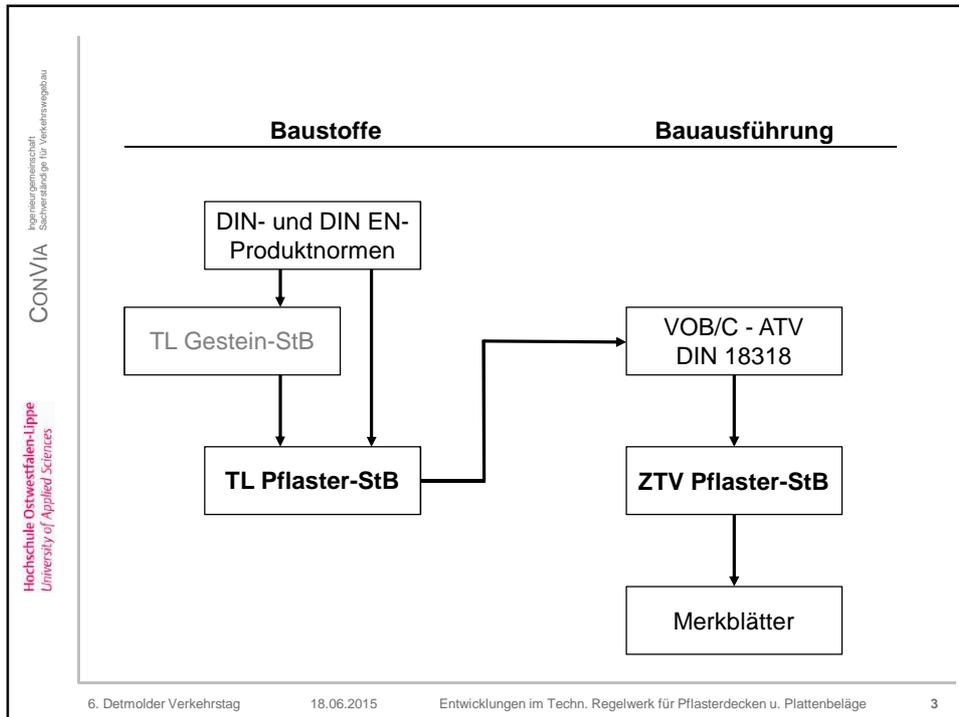
§ Pflasterdecken und Plattenbeläge -
Neuerungen bei Bauprodukten und im Technischen Regelwerk

Entwicklungen im Technischen Regelwerk für Pflasterdecken und Plattenbeläge

Prof. Dr.-Ing. Martin Köhler

Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Detmold
Ingenieurgesellschaft ConVia, Hannover und Herford

Gliederung des Technischen Regelwerks



DIN- und DIN EN-Produktnormen

Baustoffe

- Pflastersteine, Platten und Bordsteine aus Beton
- Pflastersteine, Platten und Bordsteine aus Naturstein
- Pflasterziegel, Pflasterklinker

6. Detmolder Verkehrstag 18.06.2015 Entwicklungen im Techn. Regelwerk für Pflasterdecken u. Plattenbeläge 4

Bauprodukte aus Naturstein: Pflastersteine aus Naturstein

DIN EN 1342 Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche,
 Anforderungen und Prüfverfahren, ~~Ausgabe 2002~~,
Ausgabe März 2013

Neu:

- **Veränderte Anforderungen an die Maßhaltigkeit**
- **Veränderung des Prüfverfahrens zur Frost-Tau-Wechselbeanspruchung**
- **Anforderungen an Frost-Tausalz-Widerstand national festzulegen**
- **Umstellung der Anforderungen an die Druckfestigkeit vom Mindestwert auf den unteren Erwartungswert**

Bauprodukte aus Naturstein: Platten aus Naturstein

DIN EN 1341 Platten aus Naturstein für Außenbereiche,
 Anforderungen und Prüfverfahren, ~~Ausgabe 2002~~,
Ausgabe März 2013

Neu:

- **Veränderte Anforderungen an die Maßhaltigkeit**
- **Veränderung des Prüfverfahrens zur Frost-Tau-Wechselbeanspruchung**
- **Anforderungen an Frost-Tausalz-Widerstand national festzulegen**
- **Umstellung der Anforderungen an die Biegefestigkeit vom Mindestwert auf den unteren Erwartungswert**

Bauprodukte aus Ziegel: Pflasterklinker

DIN EN 1344 Pflasterziegel, Anforderungen und Prüfverfahren,
~~Ausgabe 2002~~, Ausgabe Dezember 2013

keine wesentlichen Änderungen

Es wurde in der Neufassung eine Abbildung verwechselt. Daraufhin wurde ein 4-seitiges Änderungsblatt verfasst, was im TC 178 noch nicht behandelt wurde. Die Deklaration der Hersteller erfolgt noch auf der Basis der Ausgabe Juli 2002.

DIN 18503 Pflasterklinker, Anforderungen und Prüfverfahren,
Ausgabe Dezember 2003

TL Pflaster-StB

Baustoffe

**Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur
Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und
Einfassungen, Ausgabe 2006, Fassung 2015**

Änderungen und Ergänzungen für Pflastersteine und Platten
aus Naturstein

Frost-Tausalz-Prüfung (Pflastersteine und Platten)

Prüfverfahren in Anlehnung an DIN EN 1367-6 mit würfelförmigen Prüfkörpern, die 25 FT-Wechseln mit 1%-iger NaCl-Lösung ausgesetzt werden.

- Masseverlust: höchstens 2 M.-%
- Druckfestigkeit nach DIN EN 1926 darf durch die Beanspruchung um höchstens 20 % abnehmen.

Druckfestigkeit (Pflastersteine)

Durch den Übergang von der Anforderung an den Mindestwert der Druckfestigkeit hin zum unteren Erwartungswert der Druckfestigkeit sind die Anforderungswerte je Gesteinsgruppe unter Rückgriff auf die Tabelle der TL Min-StB neu festgelegt worden.

Druckfestigkeit (Pflastersteine)

	Gesteinsgruppe	Druckfestigkeit: Mindestwerte für den unteren Erwartungswert MPa	Orientierungswerte für die Wasseraufnahme M.-%
1	Granit, Syenit, Granodiorit	120	0,2 - 0,8
2	Granit, gelb/gelb-grau	100	0,6 - 1,4
3	Gabbro, Diorit	140	0,2 - 0,5
4	Basalt	170	0,1 - 0,4
5	Quarzporphyr Porphyrit Andesit Diabas	140	0,2 - 0,7
6	Gneis, Quarzit	140	0,1 - 0,7
7	Grauwacke, Quarzit, Sandsteine	120	0,4 - 2,0
8	sonstige Sandsteine	80	0,4 - 4,0
9	Kalksteine und Dolomite mit einer Wasseraufnahme bis 0,8 M.-%	80	0,4 - 0,8
10	Kalksteine und Dolomite mit einer Wasseraufnahme über 0,8 M.-%	40	> 0,8
11	Basaltlava	60	4 - 10

6. Detmolder Verkehrstag

18.06.20

Biegefestigkeit (Platten)

Durch den Übergang von der Anforderung an den Mindestwert der Biegefestigkeit hin zum unteren Erwartungswert der Biegefestigkeit sind die Anforderungswerte je Gesteinsgruppe unter Rückgriff auf die Tabelle der TL Min-StB neu festgelegt worden.

6. Detmolder Verkehrstag

18.06.2015

Entwicklungen im Techn. Regelwerk für Pflasterdecken u. Plattenbeläge

16

Biegefestigkeit (Platten)

	Gesteinsgruppe	Biegefestigkeit: Mindestwerte für den unteren Erwartungswert (Orientierungswerte) MPa (Platten Borde)	Orientierungswerte für die Wasseraufnahme M.-%
1	Granit, Syenit, Granodiorit	10	0,2 - 0,8
2	Granit, gelb/gelb-grau	7	0,6 - 1,4
3	Gabbro, Diorit	12	0,2 - 0,5
4	Basalt, Melaphyr	12	0,1 - 0,4
5	Quarzporphyr Porphyrit Andesit Diabas	12)	0,2 - 0,7
6	Gneis, Quarzit	12	0,1 - 0,7
7	Grauwacke, Quarzit, Sandsteine	9	0,4 - 2,0
8	sonstige Sandsteine	5	0,4 - 4,0
9	Kalksteine und Dolomite mit einer Wasseraufnahme bis 0,8 M.-%	6	0,4 - 0,8
10	Kalksteine und Dolomite mit einer Wasseraufnahme über 0,8 M.-%	5	> 0,8
11	Basaltlava	8	4 - 10

6. Detmolder Verkehrstag

18.06.2015

Gleit- und Rutschwiderstand (Pflastersteine und Platten)

Für feinbearbeitete Pflastersteine/Platten:

SRV \geq 55

Für bearbeitetes Großpflaster / bearbeitete Platten:

Ausflusszeit (Ausflussmesser nach MOORE): \geq 40s

VOB/C
DIN 18318

Bauausführung

**Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für
Bauleistungen (ATV) - Verkehrswegebauarbeiten -
Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener
Ausführung, Einfassungen**

Überarbeitung 2014/2015

Zielsetzung der Überarbeitung

- Wiederaufnahme der gebundenen Bauweise
- Anpassung an die ATVen der Asphalt- und Betonbauweise:
 - Nur Anforderungen für ein unteres Qualitätsniveau mit Blick auf private Flächenbefestigungen (ZTV Pflaster-StB üblicherweise nicht vereinbart).
 - Es sollen "Standard-Ausführungen" vorgegeben werden, sodass ohne Leistungstext ein Angebot verfasst werden kann.

"Standard-Ausführungen"

DIN 18318, Ausgabe 9/2012:

3.5.2 Verlegen und Versetzen

Die Pflasterklinker und Pflasterziegel sind in einem gleichmäßigen Verband in Reihen flach mit versetzten Fugen und Fugenbreiten von 3 mm bis 5 mm auf die Bettung zu verlegen oder in die Bettung zu versetzen. Fugenachsen müssen einen gleichmäßigen Verlauf aufweisen.

Die Flachverlegung ist daher die kalkulatorische "Standard-Ausführung" für den Fall, dass der Leistungstext keine abweichende Angabe enthält!

denn:

0.3.2 Abweichende Regelungen können insbesondere in Betracht kommen bei,

Abschnitt 3.5.2, wenn die Pflasterklinker in einem anderen Verband oder mit anderen Fugenbreiten oder hochkant, z. B. als Rollschicht, verlegt oder versetzt werden sollen,

Exkurs: "Standard-Ausführungen" bei Asphaltdecken

DIN 18317, Ausgabe 9/2012:

3.3.1.6 Dicke

Folgende Schichtdicken sind auszuführen:

- Asphaltbinderschichten: im Mittel 4 cm, an keiner Stelle unter 3 cm,
- Deckschichten aus Asphalt: im Mittel 2,5 cm, an keiner Stelle unter 1,5 cm, mindestens jedoch das 2,5fache des Größtkorns,

3.3.1.5 Ebenheit

Unebenheiten der Oberfläche der Schichten innerhalb einer 4 m langen Messstrecke dürfen bei Asphalttragschichten nicht größer als 2 cm, bei Asphalttragdeckschichten nicht größer als 1,5 cm und bei Asphaltbinderschichten und Deckschichten aus Asphalt nicht größer als 1 cm sein.

"Standard-Ausführungen"

DIN 18318, aktueller Zwischenstand:

3.2.1 Bettung

Die Dicke der Bettung muss im verdichteten Zustand 40 mm ± 10 mm betragen, bei Pflastersteinen und Platten mit einer Nenndicke ab 120 mm 50 mm ± 15 mm.

Bei Pflastersteinen und Platten ist ein Gesteinskörnungsgemisch 0/5 mm zu verwenden.

DIN 18318 - aktueller Zwischen- stand: Neigungen

Verkehrs- belastung	Belagsarten	Neigung [%]	Ebenheitsanforderungen ¹⁾ Stichmaß [mm] unter der				
			1-m-Latte	2-m-Latte	4-m-Latte		
begehbar	Pflastersteine, Platten aus Beton,	≥ 1,5	≤ 3	≤ 5	≤ 8		
		< 2,0					
	Pflasterklinker, Pflasterziegel, bearbeiteter Naturwerkstein	≥ 2,0	≤ 4	≤ 6	≤ 10		
		< 2,5					
unbearbeiteter und spaltrauer Naturstein	≥ 2,5	≤ 8	≤ 10	≤ 12			
	≥ 2,0				≤ 5	≤ 7	≤ 10
	< 2,5						
	≥ 2,5	≤ 10	≤ 12	≤ 20			
befahrbar	Pflastersteine, Platten aus Beton,	≥ 2,0	≤ 3	≤ 5	≤ 8		
		< 2,5					
	Klinker, Ziegel bearbeiteter Naturwerkstein	≥ 2,5	≤ 4	≤ 6	≤ 10		
unbearbeiteter und spaltrauer Naturstein	≥ 3,0	≤ 10	≤ 12	≤ 15			

¹⁾ Abweichungen von der Ebenheit werden nach TP „Eben - Berührende Messungen“ mit der Richtlatte und einem 30 cm-Messkeil gemessen.

**Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und
Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken,
Plattenbelägen und Einfassungen**

Korrekturen 2015: Anpassung an die RStO 12
erschieden: April 2015 !

ZTV Pflaster-StB, Ausgabe 2006, Fassung 2015

- Ersatz der Bauklassen nach der RStO 01 durch die entsprechenden Belastungsklassen nach der RStO 12
- Verweis auf das Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen anstelle des Merkblatts für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen

**Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und
Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken,
Plattenbelägen und Einfassungen**

Überarbeitung 2014 bis ca. 2016

Definition Pflasterstein (Befestigungselement für Pflasterdecken)

- Verhältnis von Gesamtlänge zu Dicke ≤ 4
- Gesamtlänge ≤ 400 mm (anstelle bisher 320 mm)
- Grundfläche (Gesamtlänge x Gesamtbreite) ≤ 1.024 cm²
(entspricht 32 cm x 32 cm)

Pflastersteine mit Gesamtlängen bis 400 mm



Aschaffenburg: Format 37,5 x 25 x 12 cm

Inhalte aus bisheriger ATV DIN 18318

Dicke der Bettung:

- generell: 40 mm \pm 10 mm
- Natursteinpflaster $d > 120$ mm, spaltraue Unterseite: 50 mm \pm 10 mm

Inhalte aus bisheriger ATV DIN 18318

Fugenbreite:

- Pflaster oder Platten aus Beton, Klinker, Naturstein mit gesägten oder strukturierten Seitenflächen:

3 mm bis 5 mm

- Naturstein mit gespaltenen Seitenflächen:

Pflastersteine bis 60 mm Nenndicke	3 bis 6 mm
Pflastersteine mit 60 bis 120 mm Nenndicke	4 bis 8 mm
Pflastersteine über 120 mm Nenndicke	5 bis 10 mm

Platten bis 120 mm Nenndicke	5 bis 15 mm
Platten über 120 mm Nenndicke	10 bis 20 mm

Lärmminderndes Pflaster

Definition und Anforderungen an lärmminderndes Pflaster

- Ebenheit
- Anforderungen an entsprechende Betonpflastersteine

siehe Vortrag von Herrn Steffen

ZTV Wegebau

Bauausführung



Zielsetzung

- Herausgeber: FLL -
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.
- Flächenbefestigungen von Wegen und Plätzen außerhalb des
Straßenverkehrs
- Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener und gebundener
Ausführung
- Anforderungen je nach Fahrzeuggewicht: Nutzungskategorien
N1: nicht mit Kfz befahrbare Flächen
N2: Fahrzeuge bis 3,5 t (z. B. Garagenzufahrten)
N3: wie N2, jedoch gelegentliches Befahren mit Fahrzeugen bis 20 t
und bis zu 5 t Radlast

Nutzungskategorien sind nicht mit RStO-Belastungsklassen vergleichbar!

Bettungsmaterial nach den ZTV-Wegebau



Nr.	Anwendungsbereich	Lieferkörnungen ¹⁾
	1	2
1	Nutzungskategorie N 1 und N 2	0/2, 0/4, 0/5, 0/8, 0/11 mm
		1/3, 2/5, 2/8, 2/11 mm
		4/8 ²⁾ , 4/11 ²⁾ , 5/11 ²⁾ mm
2	Nutzungskategorie N 3	0/4, 0/5, 0/8, 0/11 mm
		1/3, 2/5, 2/8, 2/11 mm
3	Wasserdurchlässige Beläge	1/3, 2/5, 2/8, 2/11 mm
4	Begrünbare Beläge	0/4, 0/5, 0/8 mm

¹⁾ Bei der Lieferkörnung 0/2 darf der Siebdurchgang bei 1,0 mm maximal 50 Masse-% betragen.

²⁾ Insbesondere bei überdachten oder teilüberdachten Flächen.

Fugenmaterial nach den ZTV-Wegebau



Gesteinskörnungsgemische für ungebundene Fugen müssen die Anforderungen der TL Pflaster-StB bzw. TL Gestein-StB erfüllen. An den Fließkoeffizienten werden keine Anforderungen gestellt.

Es sind die Gesteinskörnungen 0/2, 0/4, 0/5, 0/8, 0/11, 1/3, 2/5, 2/8, 2/11 mm zulässig. Bei engen Fugen in der Nutzungskategorie N 1 sind auch Quarzsande mit einem Größtkorn ≤ 2 mm zulässig.

Bei der Lieferkörnung 0/2 muss der Siebdurchgang bei 1,0 mm 40 bis 70 M.-% betragen.

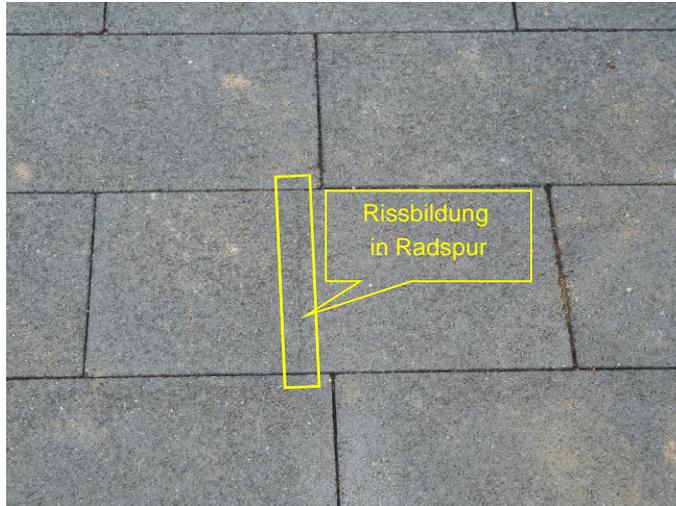
Gesteinskörnungsgemische für Fugen für wasserdurchlässige Beläge müssen die Anforderungen gemäß FGSV-„Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen“ erfüllen.

Fugen- und Bettungstoffe müssen aufeinander abgestimmt und filterstabil sein.

Garagenzufahrt Nutzungskategorie N2

- Bettung: Splitt 2/5
- Fugenmaterial:
Sand 0/2

A t.-Nr.: 20363
Afler-Pflaster 24x48x8 cm
Kugelgestrahlt
Farbe: Diamant Schiefer
gefertigt am: 11.08.2011
gebrauchsfähig ab 18.06.2015
Witterungswiderstand: D
Abriebklasse: I
Freigabe:



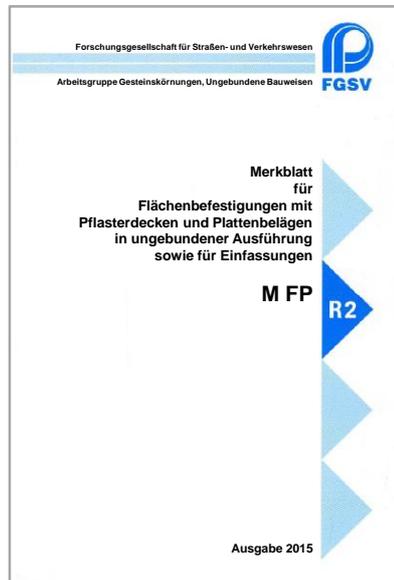
Nach einmaliger Befahrung durch den beladenen 7,5 t-Lkw des
Landschaftsbauunternehmens

Merkblätter

Bauausführung

Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und
Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für
Einfassungen - M FP

Ausgabe 2015



M FP 2015: Gliederung

1. Allgemeines
2. Begriffsbestimmungen
3. Geltungsbereich und Anwendung
4. Einsatzbereiche für Pflasterdecken und Plattenbeläge
5. Baugrundsätze
6. Baustoffe
7. Ausführung
8. Anwendungsbereiche mit örtlichen Besonderheiten
9. Erhaltung
10. Winterdienst
11. Beurteilung von Pflasterdecken und Plattenbelägen

M FP 2015: Definition Pflastersteine (Geltungsbereich)

- Verhältnis von größter Länge zu Dicke ≤ 4

- Bei Pflastersteinen aus Beton:
 Max. Kantenlänge ≤ 400 mm (Nennmaß)
 Grundfläche ≤ 1.024 cm² (entspricht 32 cm x 32 cm)

M FP 2015: Einsatzbereiche

Zeile	Art der Belastung	Beispiele für Einsatzbereiche	Belastungsklasse gemäß den RStO	Empfohlene Art der Decke
1	Außergewöhnliche Belastung, wie z. B. (einzeln od. in Kombination) <ul style="list-style-type: none"> • hohe statische Lasten • hohe mechanische Verschleißbeanspruchung • hohe Achslasten von Fahrzeugen, die nicht für den öffentlichen Straßenverkehr zugelassen sind 	<ul style="list-style-type: none"> • Containerabstellplätze • Fahrbahnen von Straßen für militärische Fahrzeuge • befahrbare Gleisbereiche • Flugbetriebsflächen 	Bk3,2 ggf. mit besonderen Anforderungen an die Oberbaukonstruktion	Pflasterdecke
2	Hohe Verkehrsbelastung, wie z. B. (einzeln oder in Kombination) <ul style="list-style-type: none"> • hohe Achslasten • mittlerer bis hoher Lkw-Anteil • hohe Horizontalbeanspruchungen • häufige Rangiervorgänge 	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrbahnen von Industrie- oder Gewerbestraßen, Örtlichen Einfahrtsstraßen, Hauptgeschäftsstraßen, Örtlichen Geschäftsstraßen, Quartier- oder Sammelstraßen • Lkw-Parkplätze und - Fahrgassen • Busverkehrsflächen • Kreisverkehre • Plätze und Fußgängerzonen mit Ladeverkehr • Containerumschlagflächen • Industriell oder gewerblich genutzte Flächen 	Bk3,2, Bk1,8 oder Bk1,0 ggf. mit besonderen Anforderungen an die Oberbaukonstruktion	Pflasterdecke

M FP 2015: Einsatzbereiche

Zeile	Art der Belastung	Beispiele für Einsatzbereiche	Belastungsklasse gemäß den RStO	Empfohlene Art der Decke
3	Mittlere bis geringe Verkehrsbelastung, wie z. B. <ul style="list-style-type: none"> • überwiegend Pkw-Verkehr • geringer Lkw-Anteil 	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrbahnen von Wohnstraßen oder Wohnwegen • Parkplätze und Parkstreifen für Pkw • land- und forstwirtschaftliche Wege • Grundstückszufahrten, Hofflächen, Feuerwehrwege • Bahnsteige 	Bk1,0 oder Bk0,3	Pflasterdecke
4	Geringe Belastung, wie z. B. <ul style="list-style-type: none"> • fußläufige Nutzung • Nutzung durch Fahrräder, Mofas und Fahrzeuge des Unterhaltungsdienstes 	<ul style="list-style-type: none"> • Geh- und Radwege, ausgenommen Grundstückszufahrten • Fußwege 	Oberbaukonstruktion ist nach den RStO festzulegen	Pflasterdecke Plattenbelag
5	Untergeordnete Belastung, wie z. B. <ul style="list-style-type: none"> • Nicht von Kfz erreichbare Flächen 	<ul style="list-style-type: none"> • Terrassen und Gartenwege • Aufenthaltsflächen im Wohnumfeld • Aufenthaltsflächen im Freien von Schulen, Kindergärten, Bädern u. ä. 	Oberbaukonstruktion ist im Einzelfall festzulegen	

M FP 2015: Einflüsse auf das Tragverhalten

Das Tragverhalten und die Verformungsstabilität der Pflasterdecke bzw. des Plattenbelages werden neben der Verkehrsbeanspruchung von einer Reihe weiterer Einflussparameter bestimmt:

- **Unterlage:** Art, Anordnung und Dicke der Tragschichten sowie Verdichtungsgrad, Verformungsmodul und Wasserdurchlässigkeit der Tragschichten und des Untergrunds/Unterbaus
- **Bettung:** Art, Kornzusammensetzung und Widerstand gegen Kornzertrümmerung des Bettungsmaterials sowie Dicke und Wasserdurchlässigkeit der Bettung
- **Fugen:** Art, Kornzusammensetzung und Widerstand gegen Kornzertrümmerung des Fugenmaterials sowie Breite und Verfüllungszustand der Fugen
- **Pflastersteine/Platten:** Art, Form und Abmessungen
- **Verband:** Anordnung der Pflastersteine bzw. Platten zueinander sowie zur Beanspruchungsrichtung.

M FP 2015: Einflüsse auf das Tragverhalten

Bei Flächen mit besonderen Beanspruchungen gemäß den RStO:

Verwendung von Pflastersteinen mit gedrungenen Formaten empfohlen

- mit einem Verhältnis Länge zu Dicke $L/D \leq 2,5$ und
- einem Verhältnis Länge zu Breite $L/B \leq 2$

M FP 2015: Infiltrationsbeiwert der Unterlage

Eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Unterlage muss gegeben sein. Nach bisherigem Kenntnisstand kann dies angenommen werden, wenn die Unterlage einen

Infiltrationsbeiwert von $k_f \geq 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

aufweist.

Zur qualitativen Abschätzung der Wasserdurchlässigkeit kann der Schnelltest nach dem „Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen“ (M VV) durchgeführt werden.

Die Bestimmung des Infiltrationsbeiwertes kann gemäß der Verfahren nach TP Gestein-StB erfolgen:

- Teil 8.3.2 (Modifiziertes Standrohr-Infiltrrometer)
- Teil 8.3.3 (Tropf-Infiltrrometer - neu) siehe Vortrag Dr.-Ing. Wolf
- Teil 8.3.4 (Doppelring-Infiltrrometer - neu)

M FP 2015: Neigung der Pflasterfläche

- Falls Neigung einer Pflasterdecke / eines Plattenbelages geringer als die Regelneigung geplant:
Anforderungen an Ebenheit erhöhen! (Vermeidung von Pfützenbildung)
- Planmäßige Neigung von 1,5 % nicht unterschreiten!
(Ausnahme: Verwindungsbereiche)

M FP 2015: Verlegung in Kurven

Regelgerechte Fugenbreite auch in Kurven einhalten. Horizontale Keilfugen vermeiden.

- Kurvensteine verwenden oder
- Ausführung von richtungsneutralen Verbänden (z. B. Fischgrätverband),
- Wechseln des Verbandes oder
- Richtungsänderung des Verbandes.

M FP 2015: Verlegung in Kurven

Nicht von Kraftfahrzeugen befahrene Flächen:

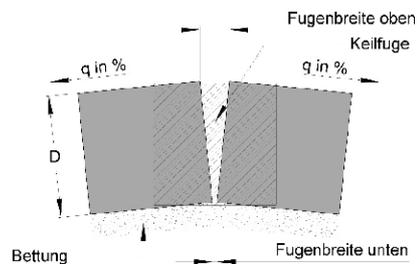
Aufheben des Querverbundes in einzelnen Bahnen (Odenwälder Verband) möglich.



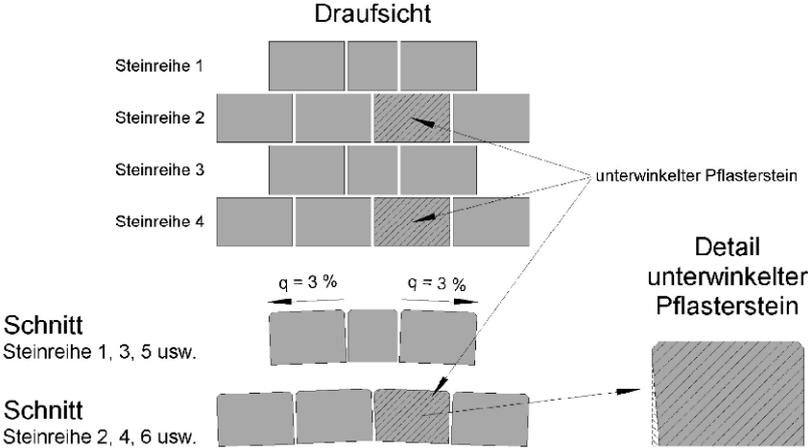
M FP 2015: Ausrundung von Hochpunkten

Maßnahmen zur Verringerung der Fugenbreiten an den oberen Rändern der Pflastersteine/Platten:

- Fugenbreite am Fuß der Pflastersteine/Platten gegenüber der Regelfugenbreite verringern (z. B. auf 2 mm oder 1 mm)
- Ausrunden des Scheitelpunktes, d. h. die Größe einer Keilfuge auf mehrere Fugen verteilen
- Nacharbeiten der unmittelbar betroffenen Pflastersteine/Platten (Unterwinkeln).

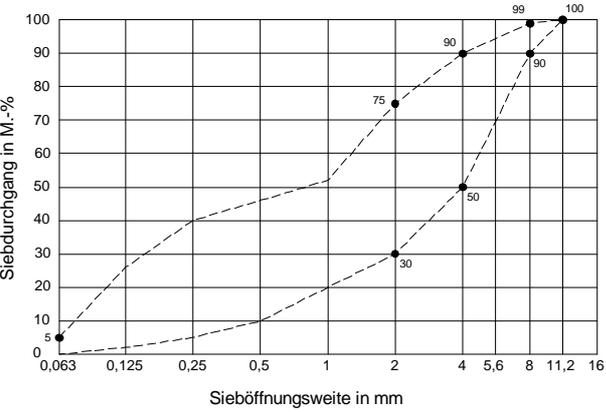


M FP 2015: Ausrundung von Hochpunkten (Unterwinkeln)



M FP 2015: Bettungsmaterialien

Über die in den ZTV Pflaster-StB genannten Eigenschaften hinaus müssen Bettungsmaterialien eine homogene und kornabgestufte Zusammensetzung aufweisen, um Kornumlagerungen entgegen zu wirken.



Es werden Sieblinienbereiche für Bettungsmaterialien empfohlen, hier z. B. 0/8

M FP 2015: Fugenmaterialien

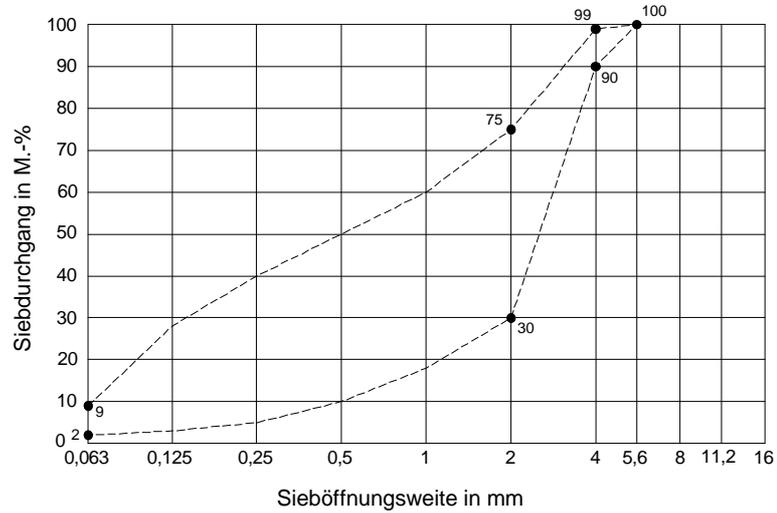
Baustoffe für Fugenfüllungen auf geplante Nutzung abstimmen!

- Baustoffe müssen so beschaffen sein, dass sie die auftretenden statischen und dynamischen Belastungen dauerhaft auf die angrenzenden Bauteile übertragen können.
- Ungebundene Fugenmaterialien:
Widerstand gegen Aussaugen, z. B. durch Fahrverkehr oder Saugkehrmaschinen,
Filterstabilität gegenüber der Bettung.
- Grundsätzlich sollten nur Fugenmaterialien verwenden, für die positive Erfahrungen, möglichst über einen längeren Zeitraum, bei vergleichbarer Beanspruchung vorliegen.

M FP 2015: Fugenmaterialien

- Fugenmaterialien müssen eine kornabgestufte Zusammensetzung aufweisen!
Ausreichender Anteil an Stützkorn, abgestimmt auf die Fugenbreite, ist für verformungsarme Lastübertragung zwischen den Steinen erforderlich.
- Gesteinskörnungen mit einem hohen Widerstand gegen Kornzertrümmerung und Abrieb (dauerhaft gute Lastübertragung):
Belastungsklasse Bk1,0: mind. SZ₂₂/LA₂₅
Belastungsklassen Bk1,8 und Bk3,2: mind. SZ₁₈/LA₂₀
- Hoher Reibungswiderstand gegen Austrag: Verwendung von gebrochenen Gesteinskörnungen

M FP 2015: Fugenmaterialien



Sieblinienbereiche für Fugenmaterialien, hier z. B. 0/4G

M FP 2015: Fugenmaterialien

Bei Pflasterdecken (ggf. auch bei Plattenbelägen) mit geringen Fugenbreiten – dies gilt z. B. für bestimmte Verbundpflastersysteme und bei Decken mit geringer Rollgeräuschemission – kann die

Verwendung eines Fugenmaterials 0/3

als Alternative zu Fugenmaterialien mit größerem Größtkorn erwogen werden.

M FP 2015: Fugenschlussmaterialien

Fugenschlussmaterial:

Gesteinskörnung 0/2 mit einem Feinkornanteil von etwa 15 bis 30 Masse-%.

Es darf keine Gesteinskörnung verwendet werden, die zu einem Verfärben der Oberfläche der Pflastersteine oder Platten führt!

M FP 2015: Fugenfüllung, Ablauf

1. Fugen kontinuierlich mit dem Fortschreiten des Verlegens/Versetzens verfüllen:
 Fugenmaterial auf die Pflasterdecke aufbringen, in die Fugen einfügen, so dass die Fugen weitgehend gefüllt sind. Überschüssiges Material abkehren.
2. Verdichten mit leichter Vibrationsplatte (Natursteindecken mit gespaltenen Großpflastersteinen rammen).
3. Erneut Fugenmaterial aufbringen und unter begrenzter Wasserzugabe einschlämmen. Oberfläche der Decke besenrein säubern.
 Nach hinreichender Trocknung: Verdichtung mit Vibrationsplatte bis zum Erreichen der Standfestigkeit

Vibrationsplatte auf die Dicke der Pflastersteine und auf die Beschaffenheit der Unterlage abstimmen.

M FP 2015: Fugenfüllung, Ablauf

4. Nach dem zweiten Verdichten:
 Fugen abschließend mit einem Fugenschlussmaterial durch
 Einschlämmen vollständig füllen. Das Fugenschlussmaterial sollte dabei
 maximal die oberen etwa 10 mm der Fuge ausfüllen.



M FP 2015: Fugenfüllung/Abrütteln, Hinweise

- Pflasterdecken mit unverfüllten Fugen dürfen nicht verdichtet werden.
- Nach einem Einschlämmen das Abtrocknen von Bettung und Tragschichten abwarten, bevor verdichtet wird.
- Verdichtung nur auf sauberen, von überschüssigem Fugenmaterial befreiten und oberflächlich trockenen Pflasterdecken.
- Pflasterdecken grundsätzlich beginnend von ihren Rändern zur Mitte hin verdichten. Dabei darf der geplante Verlauf der Fugen nicht beeinträchtigt werden.
- Bei Pflasterdecken mit farbiger oder besonderer Oberfläche schützen, z. B. Verwendung einer Kunststoffmatte unter der Vibrationsplatte oder Verwendung eines Rollenrüttlers.

M FP 2015: Fugenfüllung/Abrütteln, Hinweise

- Plattenbeläge mit Platten, deren Dicke geringer als 60 mm ist, sollten nicht abgerüttelt werden, um Schäden an den Platten zu vermeiden! Derartige Plattenbeläge nur hammerfest versetzen.
- Bei Plattenbelägen mit Platten, deren Dicke größer als 60 mm ist, sollte eine darauf abgestimmter Vibrationsplatte oder ein Rollenrüttler verwendet werden.
- Werden Betonpflastersteine, Pflasterklinker und Pflasterziegel mit Kelle und Hammer in eine nicht abgezogene Bettung versetzt, sollte die Pflasterdecke anschließend zusätzlich abgerüttelt werden.
- Vibrationsplatten hinsichtlich
 - Betriebsgewicht,
 - Zentrifugalkraft und
 - Frequenz

auf die Dicke der Pflasterdecke bzw. des Plattenbelages und auf die Beschaffenheit der Unterlage abstimmen.

M FP 2015: Randeinfassungen / Entwässerungsrinnen

Geringe Beanspruchung: Ausführungsarten A, B, C

Kein Befahren durch Schwerverkehr, nur gelegentliches Befahren durch Pkw.

Mittlere Beanspruchung: Ausführungsarten B, C

Gelegentliches Befahren durch Schwerverkehr und regelmäßiges Befahren durch Pkw. Gelegentliches Anfahren durch Schwerverkehr.

Bei Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk1,0 und Bk0,3 ist grundsätzlich von einer mittleren Beanspruchung der Randeinfassung bzw. der Entwässerungsrinne auszugehen.

Hohe Beanspruchung: Ausführungsart C

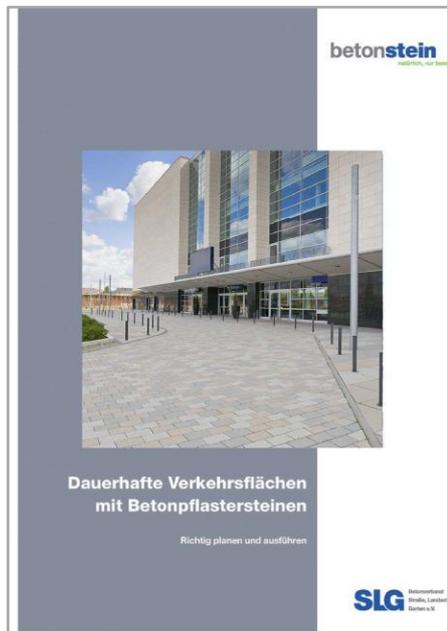
Regelmäßiges Befahren durch Schwerverkehr, insbesondere mit hohen Achslasten. Regelmäßiges oder häufiges Anfahren durch Schwerverkehr.

Bei Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk1,8 und Bk3,2 sowie bei schmalen Fahrbahnquerschnitten und/oder engen Kurvenbereichen ist grundsätzlich von einer hohen Beanspruchung der Randeinfassung bzw. der Entwässerungsrinne auszugehen.

M FP 2015: Randeinfassungen / Entwässerungsrinnen

Kurzbezeichnung	Kurzbeschreibung der Regelausführungsart
A	Versetzen der Bauteile für Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen in den frischen, d. h. noch verarbeitbaren Fundamentbeton.
B	<p>Bei Randeinfassungen: Versetzen der Bauteile in den frischen, d. h. noch verarbeitbaren Fundamentbeton.</p> <p>Bei Entwässerungsrinnen: Versetzen von Bauteilen mit vergleichsweise kleinen Grundrissabmessungen, z. B. Pflastersteine, in den frischen, d. h. noch verarbeitbaren Fundamentbeton.</p>
C	<p>Bei Randeinfassungen: Versetzen der Bauteile in den frischen, d. h. noch verarbeitbaren Fundamentbeton unter Verwendung eines Haftvermittlers an der Unterseite der Bauteile.</p> <p>Bei Entwässerungsrinnen: Versetzen von Bauteilen mit vergleichsweise kleinen Grundrissabmessungen, z. B. Pflastersteine, in den frischen, d. h. noch verarbeitbaren Fundamentbeton unter Verwendung eines Haftvermittlers an der Unterseite der Bauteile.</p>

Literatur



Merkblätter

Bauausführung

Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen
mit Pflasterdecken oder Plattenbelägen (Regelbauweise)

Fertigstellung ca. Ende 2015



Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken oder Plattenbelägen (Regelbauweise)

1. Allgemeines
2. Begriffsbestimmungen
3. Zustandserfassung, Schadensanalyse und Erhaltungsplanung
4. Straßenkontrolle
5. Baustoffe, Baustoffgemische
6. Erhaltungsgrundsätze
7. Ausführung Baulicher Erhaltungsmaßnahmen
8. Zusätzliche Maßnahmen

Zustandserfassung

Gemäß den "Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen" (E EMI 2012) sind für die Zustandserfassung auf Innerortsstraßen geeignet:

- **die messtechnische Zustandserfassung**
gemäß FGSV AP 9, Reihe K, Abschnitt K 2.1 (Entwurf)



Foto: TÜV Rheinland Schniering GmbH



Foto: IFI-Consult GmbH

Zustandserfassung

- **die visuelle Zustandserfassung**
gemäß FGSV AP 9, Reihe K, Abschnitt K 2.2 (in Überarbeitung)



Zustandserfassung

- Das FGSV AP 9, Reihe K, Abschnitt K 2.1 zur messtechnischen Zustandserfassung liegt noch nicht vor und berücksichtigt die maßgebenden Zustandsmerkmale für Pflasterflächen und Plattenbeläge nicht adäquat.
- Die vorliegende Entwurfsfassung des FGSV AP 9, Reihe K, Abschnitt K 2.2 zur visuellen Zustandserfassung sieht keine festen Zustandsmerkmale vor; jede Kommune erarbeitet eine eigene Erfassungsrichtlinie.

E EMI 12: "Aus organisatorischen Aspekten eignen sich beispielsweise Hauptverkehrsstraßen eher für eine messtechnische, nachgeordnete Straßen eher für eine visuelle Erfassung."

Zustandserfassung - Zustandsmerkmale

- Die Zustandsmerkmale für Pflasterdecken und Plattenbeläge wurden anhand typischer Schadensbilder abgeleitet.
- Die Erfassbarkeit der Zustandsmerkmale bei messtechnischer und visueller Zustandserfassung wurde berücksichtigt.

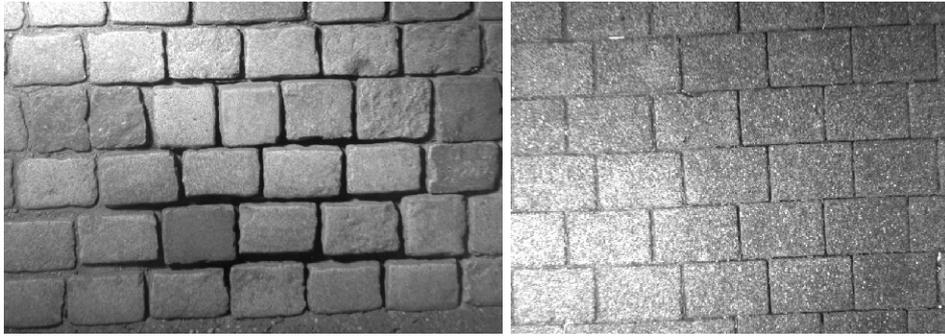
Zustandsmerkmale bei messtechnischer Zustandserfassung

Ermittlung von Zustandsindikatoren durch Rohdatenauswertung (gebrauchswertbezogene Merkmale):

- **Merkmal "Unebenheiten im Längsprofil":** z. B.
 - Maximale Unebenheit bei der 4-m-Latten-Simulation,
 - Mittlere Unebenheit bei der 4-m-Latten-Simulation, ...
- **Merkmal "Unebenheit im Querprofil / Spurrinne":** z. B.
 - Maximum der Mittelwerte der Spurrinntentiefe bei der 2-m-Latten-Simulation,
 - Maximum der Mittelwerte der fiktiven Wassertiefe bei der 2-m-Latten-Simulation, ...

Zustandsmerkmale bei messtechnischer Zustandserfassung

Erkennbarkeit von Substanzmerkmalen in Oberflächenbildern



Offene Pflasterfugen (erkennbare Entleerungstiefe?)

Zustandsmerkmale bei messtechnischer Zustandserfassung

Erkennbarkeit von Substanzmerkmalen in Oberflächenbildern



Abweichungen im Pflasterverband, Abplatzungen

Zustandsmerkmale bei messtechnischer Zustandserfassung

Ermittlung von Zustandsindikatoren durch Bildauswertung
(Substanzmerkmale):

- **Offene Pflaster-/Plattenfugen**
Flächenanteil mit unvollständiger Fugenfüllung
- **Abweichungen im Pflaster-/Plattenverband**
Flächenanteil mit verschobenem Fugenbild
- **Pflastersteine / Platten gerissen bzw. mit Abplatzungen**
Flächenanteil mit Rissen, Abplatzungen oder Fehlstellen
- **Flickstellen**
Flächenanteil, mit abweichendem Material instandgesetzt

Zustandsmerkmale bei visueller Zustandserfassung

Erfassung der Zustandsindikatoren durch Beobachtungen bei einer
Begehung (gebrauchswertbezogene Merkmale):

- **Merkmal "Allgemeine Unebenheiten":**
 - Ausprägung anhand einer fünfstufigen Skala
 - Muldigkeit und Kantigkeit
 - Ausdehnung
- **"Unebenheit im Querprofil / Spurrinne":**
 - Maximum der Spurrinnentiefe
 - Ausdehnung

Zustandsmerkmale bei visueller Zustandserfassung

Erfassung der Zustandsindikatoren durch Beobachtungen bei einer Begehung (Substanzmerkmale):

- **Offene Pflaster-/Plattenfugen**
Flächenanteil mit Entleerungstiefe der Fugen ≥ 2 cm
- **Abweichungen im Pflaster-/Plattenverband**
Flächenanteil mit verschobenem Fugenbild
- **Pflastersteine / Platten gerissen bzw. mit Abplatzungen**
Flächenanteil mit Rissen, Abplatzungen oder Fehlstellen
- **Flickstellen**
Flächenanteil, mit abweichendem Material instandgesetzt

Schadensbild "Allgemeine Unebenheiten"



Allgemeine Unebenheiten



Schadensbild "Querunebenheiten / Spurrinnen"



Schadensbild "geringer Rutsch- widerstand"



Schadensbild "Unvollständig gefüllte oder entleerte Fugen"



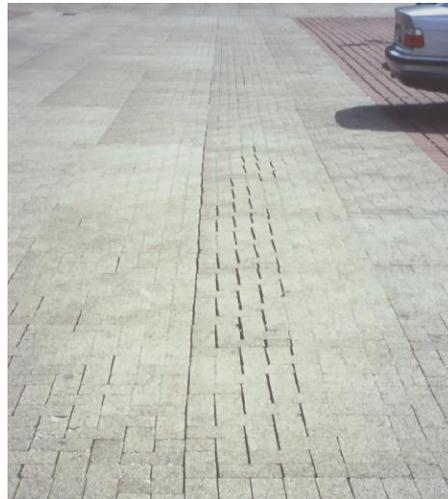
Unvollständig gefüllte oder entleerte Fugen



Schadensbild "Abweichungen im Pflaster-/Plattenverband"



Abweichungen im Pflaster-/Plattenverband



Abweichungen im Pflaster-/Plattenverband



Schadensbild "Risse und Abplatzungen"



6. Detmolder Verkehrstag

18.06.2015

Entwicklungen im Techn. Regelwerk für Pflasterdecken u. Plattenbeläge

96

Komplexes Schadensbild



CONVIA
Ingenieurgesellschaft
Sachverständige für Verkehrsgebäude

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
University of Applied Sciences

6. Detmolder Verkehrstag

18.06.2015

Entwicklungen im Techn. Regelwerk für Pflasterdecken u. Plattenbeläge

97

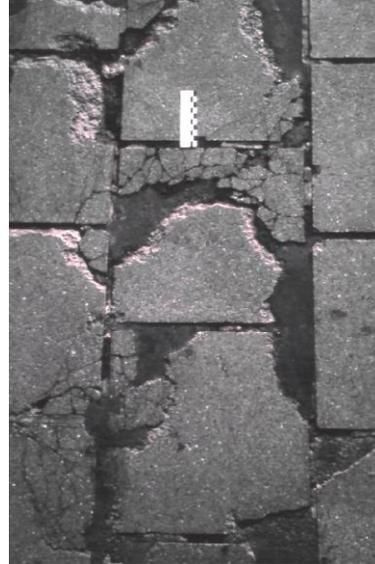
Risse und Abplatzungen



Schadensbild "Fehlende Teile von Pflastersteinen/Platten"



Schadensbild "Flickstellen"



Begriffe der Straßenerhaltung

Erhaltung	Betriebliche Erhaltung	Kontrolle
		Wartung (Betriebliche Unterhaltung)
	Bauliche Erhaltung	Instandhaltung (Bauliche Unterhaltung)
		Instandsetzung
		Erneuerung

Instandhaltung

Zu den **Instandhaltungsmaßnahmen** zählen bauliche Maßnahmen

- kleineren Umfangs zur Substanzerhaltung,
- die in der Regel mit geringem Aufwand kurzfristig nach dem Auftreten eines örtlich begrenzten Schadens ausgeführt werden.

Maßnahmen der Instandhaltung

- Nachfüllen von Fugenmaterial
- Richten von Pflastersteinen oder Platten
- Anheben von Pflastersteinen oder Platten
- Austauschen von Pflastersteinen oder Platten
- Vorübergehender Ersatz zur kurzfristigen Wiederherstellung der Verkehrssicherheit

Maßnahmen der Instandhaltung



- **Nachfüllen von Fugenmaterial**
 - unverzügliches Auffüllen entleerter Fugen,
 - Verwendung von feinkornreichen Fugenmaterialien oder von Fugenmaterialien mit stabilisierenden Zusätzen
 - Einarbeiten in die Fuge unter geringer Wasserzufuhr.

Maßnahmen der Instandhaltung

- Laborversuche zur Prüfung der Beständigkeit von Fugenmaterialien



Maßnahmen der Instandhaltung

- **Richten von Pflastersteinen oder Platten**
 - **Anheben von Pflastersteinen oder Platten**
 - **Austauschen von Pflastersteinen oder Platten**
-
- Aufnehmen der Pflastersteine/Platten an den Fehlstellen,
 - ggf. Ergänzen von Tragschichtmaterial,
 - Wiederherstellung der Pflasterdecke / des Plattenbelags unter Wiederverwendung oder Ergänzung der Pflastersteine/Platten höhengerecht im vorgegebenen Fugenverlauf

Maßnahmen der Instandhaltung

Richten, Anheben, Austauschen von Pflastersteinen oder Platten



Maßnahmen der Instandhaltung

- **Vorübergehender Ersatz zur kurzfristigen Wiederherstellung der Verkehrssicherheit**
 - Füllen von Fehlstellen in einer Pflaster- oder Plattenbefestigung mit Asphalt, Beton oder einem abweichenden Pflaster-/Plattenmaterial,
 - das vorübergehend eingefüllte Ersatzmaterial ist kurzfristig wieder zu ersetzen und die Pflasterdecke/der Plattenbelag anforderungsgerecht wiederherzustellen.

Maßnahmen der Instandhaltung



Vorübergehender Ersatz zur kurzfristigen Wiederherstellung der Verkehrssicherheit

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.

Maßnahmen der Instandsetzung

- Aufrauen (mechanisch, thermisch oder durch Beschichtung),
- Nachfüllen von Fugenmaterial,
- Fugenverguss

Erneuerung

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

Erneuerungsmaßnahmen werden notwendig,

- wenn Schäden aus einer nicht belastungsgerechten Konzeption der Decke bzw. des gesamten Oberbaus herrühren,
- wenn die Bettung nicht die notwendige Verformungsbeständigkeit und/oder Wasserdurchlässigkeit besitzt,
- wenn die Tragschicht(en) eine unzureichende Tragfähigkeit, Verformungsbeständigkeit und/oder Wasserdurchlässigkeit besitzt/besitzen.

Maßnahmen der Erneuerung

- Erneuerung der Decke,
- Erneuerung der Decke und der Tragschicht(en).

Maßnahmen der Erneuerung

- Erneuerung der Decke
 - Austausch einer geschädigten Decke,
 - Herstellung einer anforderungsgerechten Fugenbreite,
 - Herstellung einer anforderungsgerechten Bettung,
 - Wahl einer belastungsgerechten Pflastersteinform und eines entsprechenden Verbandes,
 - Verwendung eines verformungsbeständigeren, ggf. wasserdichten Bettungsmaterials

Maßnahmen der Erneuerung

- Erneuerung der Decke und der Tragschicht(en)
 - Herstellung der Wasserdurchlässigkeit der Tragschicht(en),
 - Verbesserung der Tragfähigkeit und/oder der Verformungsbeständigkeit oder Frostbeständigkeit der Tragschicht(en).

Merkblätter

Bauausführung

**Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken,
Plattenbelägen und Großformaten in gebundener
Ausführung**

Fertigstellung ca. 2016

Derzeitiges Arbeitspapier

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen



Arbeitspapier
Flächenbefestigungen mit
Pflasterdecken und Plattenbelägen
in gebundener Ausführung

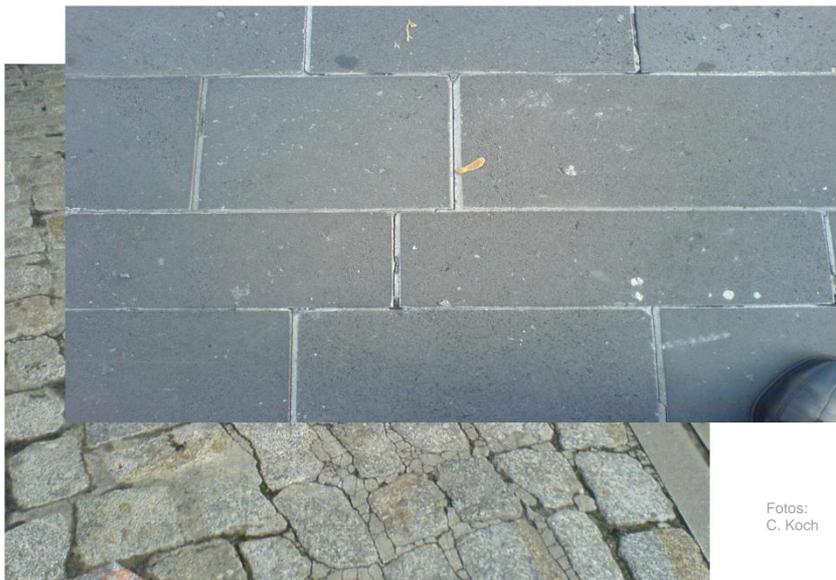
W 2

Ausgabe 2007

Zielsetzung der Überarbeitung und Überführung in ein Merkblatt

- Reaktion auf die Wiederaufnahme der gebundenen Bauweise in die DIN 18318
- Erarbeitung von Anforderungen und Empfehlungen zur sachgemäßen Herstellung der Bauweise nach einheitlichen Grundsätzen

Schadensbilder: Lösen des Verbundes



Fotos:
C. Koch

Schadensbilder: Lösen des Verbundes

Fotos: C. Koch



6. Detmolder Verkehrstag

18.06.2015

Entwicklungen im Techn. Regelwerk für Pflasterdecken u. Plattenbeläge

120

Schadensbild: Riss- und Stufenbildung



Quelle: Neue Presse, 12.01.2015

6. Detmolder Verkehrstag

18.06.2015

Entwicklungen im Techn. Regelwerk für Pflasterdecken u. Plattenbeläge

121

Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen und Großformaten in gebundener Ausführung

1. Allgemeines
2. Begriffsbestimmungen
3. Baugrundsätze
4. Baustoffe
5. Ausführung
6. Hinweise zur Beurteilung von Pflasterdecken und Plattenbelägen
7. Erhaltung
8. Prüfungen

Grundsätze

- Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung sind solche, die unter Verwendung von Baustoffgemischen mit Bindemittel für die Bettung und die Fugenfüllung (Bettungs- und Fugenmörtel) hergestellt werden.
- Mischbauweisen werden für mit Kraftfahrzeugen erreichbare Flächen als nicht dauerhaft und deshalb als nicht fachgerecht angesehen.
- Bei der gebundenen Ausführung werden auf einer gebundenen Tragschicht die Befestigungselemente auf einem Mörtelbett versetzt/verlegt und die Fugen mit Fugenmörtel verfüllt.
- Pflasterdecken und Plattenbeläge sind auch in gebundener Ausführung nicht vollständig wasserundurchlässig, d. h. Oberflächenwasser könnte durch Risse in den Oberbau eindringen. Dies ist bei der Planung und Ausführung der Tragschichten zu beachten.

Grundsätze

- Die gebundene Ausführung verhält sich wie eine steife Platte ähnlich der Betondeckenbauweise (auch als „starre Bauweise“ bezeichnet). Dies muss bei der Planung der Einfassungen, der Einbauten und bei der Ausbildung von Bewegungsfugen berücksichtigt werden.

Grundsätze

- Bettungs- und Fugenmörtel müssen die notwendigen Materialeigenschaften im fertigen Bauwerk aufweisen. Insbesondere ist hierbei das Erreichen einer ausreichenden Haftzugfestigkeit zwischen den Befestigungselementen und dem Bettungs-/Fugenmörtel von Bedeutung.
- Die Befestigungselemente müssen vor der Verarbeitung saubere Kontaktflächen aufweisen.
- Vorbehandlung der Unterseite der Befestigungselemente durch Aufbringen eines Haftvermittlers wird als zweckmäßig angesehen.

Merkblätter

Bauausführung

**Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten - M FG
Ausgabe 2013**

z. Z. keine Überarbeitung



Gliederung

1. Allgemeines
2. Begriffsbestimmungen
3. Geltungsbereich und Anwendung
4. Baugrundsätze
5. Bauprodukte
6. Ausführung
7. Bautechnische Hinweise für besondere örtliche Gegebenheiten
8. Erhaltung
9. Beurteilung von Flächen mit Großformaten

Definition Großformate

Großformate sind

- Elemente aus Beton oder Naturstein, deren Gesamtlänge größer als 400 mm ist,
- mit einer maximalen Gesamtlänge von 1250 mm.
- Die Mindestnennstärke beträgt 120 mm.
- Die Gesamtlänge dividiert durch die Gesamtbreite ist nicht größer als 2,0.

Sie können bei Flächenbefestigungen der Belastungsklassen Bk0,3 bis Bk1,8 bei Rad- und Gehwegen sowie bei anderen vergleichbaren Flächenbefestigungen verwendet werden.

Anwendungsbeispiel

Foto: A. Eichler



CONVIA
Eigentümergemeinschaft
Schwerlastträger für Verkehrswegebau

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
University of Applied Sciences

6. Detmolder Verkehrstag

18.06.2015

Entwicklungen im Techn. Regelwerk für Pflasterdecken u. Plattenbeläge

130

Merkblätter

Bauausführung

**Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen
Ausgabe 2013**

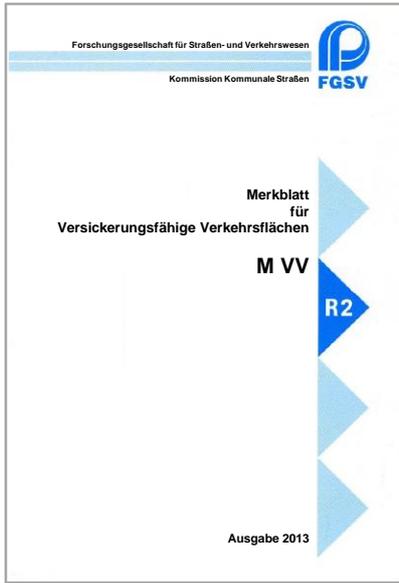
z. Z. keine Überarbeitung

6. Detmolder Verkehrstag

18.06.2015

Entwicklungen im Techn. Regelwerk für Pflasterdecken u. Plattenbeläge

131



siehe Vortrag von
Herrn Buttgerit

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit