Seminar Stein - Pflasterdecken und Plattenbeläge
Herstellung, Betrieb und Unterhaltung

am 13.01.2023 für Qualitätsgemeinschaft Städtischer Straßenbau e.V. (QGS)

Dr.-Ing. Andreas Heiko Metzing

Von der Industrie- und Handelskammer Braunschweig öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Pflasterdecken und Plattenbeläge

Kreuzstraße 1, 38300 Wolfenbüttel

Fon: +49 5331 - 93 55 92
Fax: +49 5331 - 93 57 03
E-Mail: a.h.metzing@pflasterdecke.com
Web: www.pflasterdecke.com

© 2019 by Metzing. Alle Rechte bleiben vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung der Urheber ist es nicht gestattet, dieses Formular oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen vorzunehmen. Alle Angaben ohne Gewähr.

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

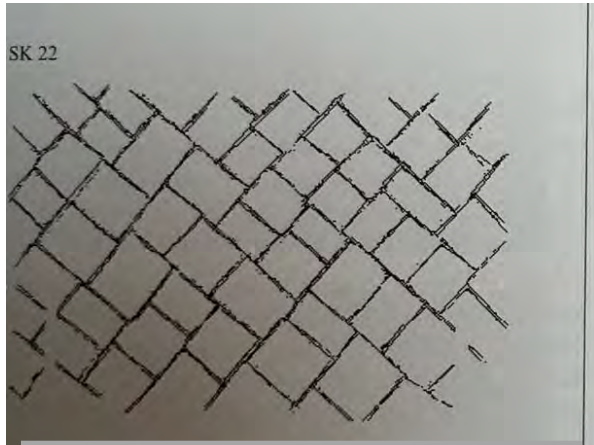
Was fällt auf?

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was fällt auf?

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Verschiedene Beispiele aus der Praxis



Auszug aus die Kunst des Pflasterns mit Naturstein, S. Vogel

Passe-Verband

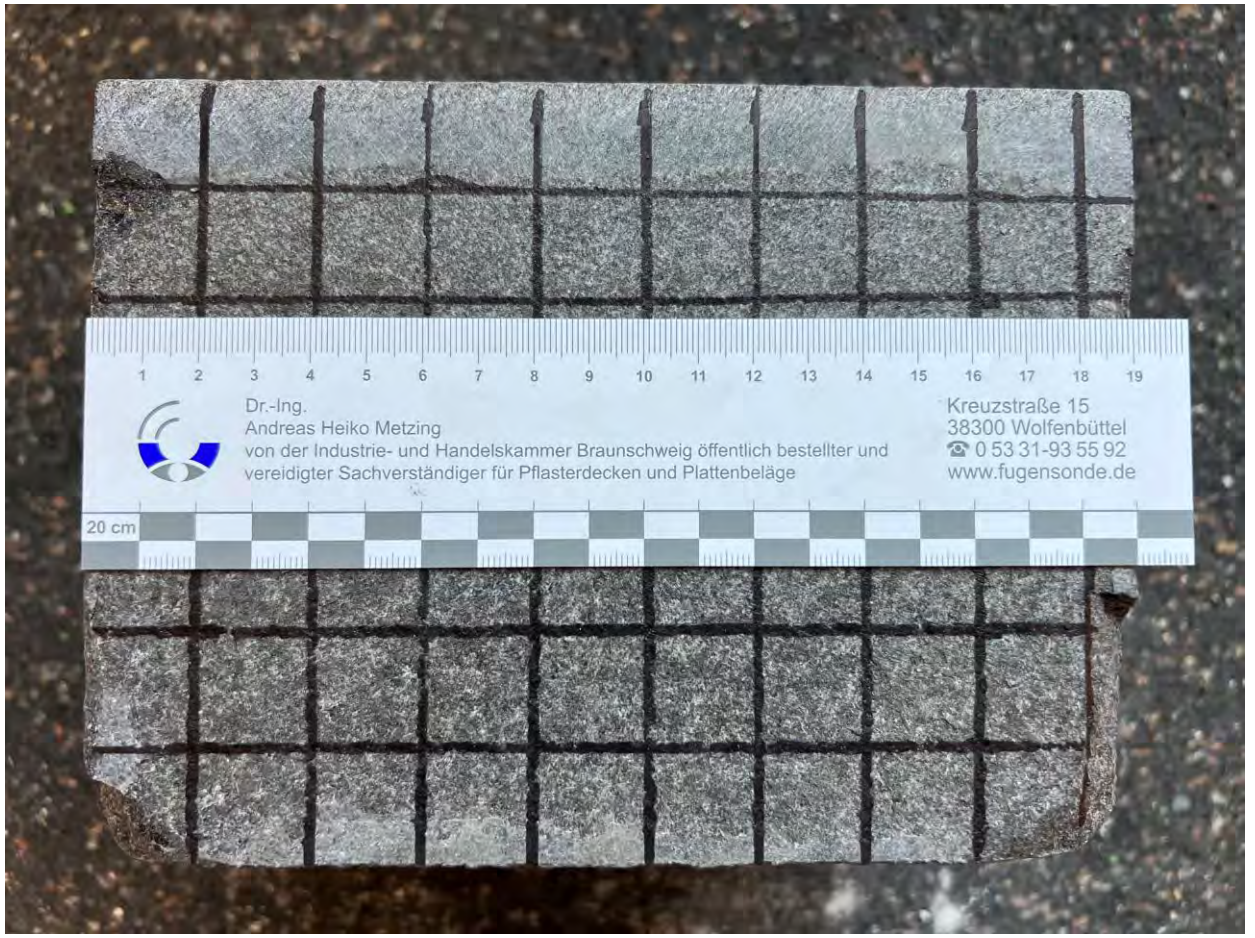
Dieser Verband ist aus der Not entstanden. War die Ungleichheit der Steinabmessungen des größten Steines größer als das 1,4 -fache des kleinsten Steines, so konnte kein Segment-Pflaster erstellt werden. Auch für eine Reihenpflasterung wäre der Sortieraufwand nicht mehr wirtschaftlich gewesen. So entwickelte sich der Passe-Verband. Denn in diesem Verband finden alle Steingrößen ihren Platz. Wichtig ist nur, daß die Flanken der Steine eine rechtwinklige Schlagung haben, die Steingrößen ohne Trapez-, Dreiecks- und Keilfugen dicht aneinander gesetzt werden. Der Kenner sagt: "Der Stein muß in die Lücke passen". Um ein ästhetisches Fugenbild und vor allem einen schubaufnahmefähigen Verband zu erhalten, soll nach max. 3 durchlaufenden Stoßfugen (Müller-Elschner, 1942, S. 67) ein Quersetzer den Fugenverlauf wenden

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Sonderbauweise

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Aufrauung Steinseitenflächen bei Natursteinen



Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Sandhaltiges Bettungsmaterial

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Wo ist das Problem?

A. Zu enge Fugen
B. Zu breite Fugen
C. Offene Fugen

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Ist die Fugenbreite richtig?

A. Ja

B. Nein

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was ist zu erkennen?

A. Offene Längsfuge

B. Sachgerechte Fugenbreite zwischen den Muldensteinen

C. Zu enge Fugenbreite zwischen den Muldensteinen

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Warum ist diese Fuge funktional?

A. Glück

B. Sachgerechte Ausführung der Bewegungsfuge

C. Zufall

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was ist die Ursache:

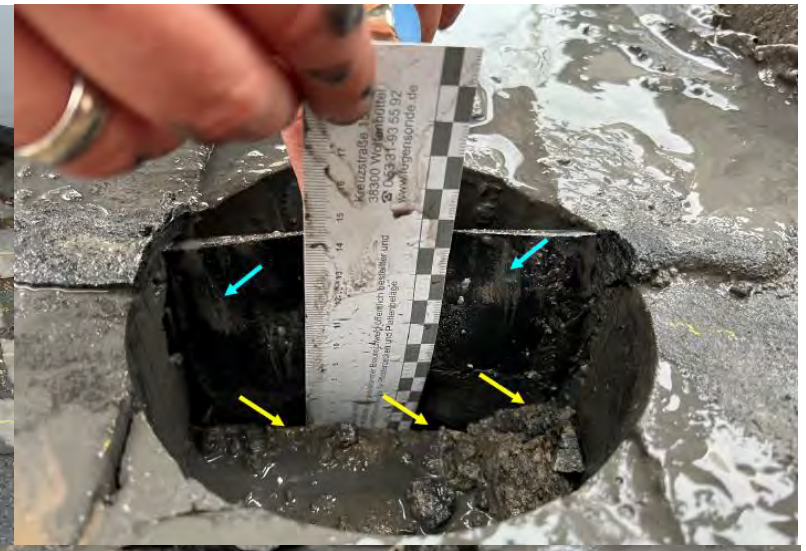
A. Fehlerhafte Planung der Bewegungsfugen

B. Fehlerhafte Ausführung der Bewegungsfuge

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was ist die Ursache:

A. Fehlerhafte Planung der Bewegungsfugen
B. Fehlerhafte Ausführung der Bewegungsfuge
C. Anderes technisches Problem



Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was ist die Ursache:

A. Fehlerhafte Planung der Bewegungsfugen
B. Fehlerhafte Ausführung der Bewegungsfuge
C. Anderes technisches Problem

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Abb. 1: Fachgerecht hergestellte Betonsteinrinne

Abb. 2: Hergestellte Bewegungsfugen durch nachträgliches Schneiden

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Wichtige Aspekte:

- Gefälle
- Ebene Tragschicht

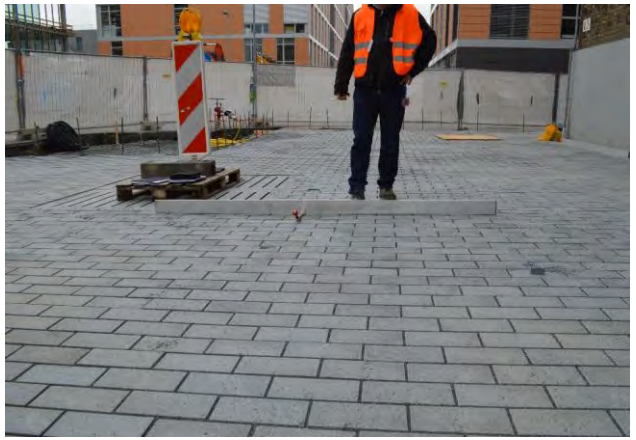
Verschiedene Beispiele aus der Praxis

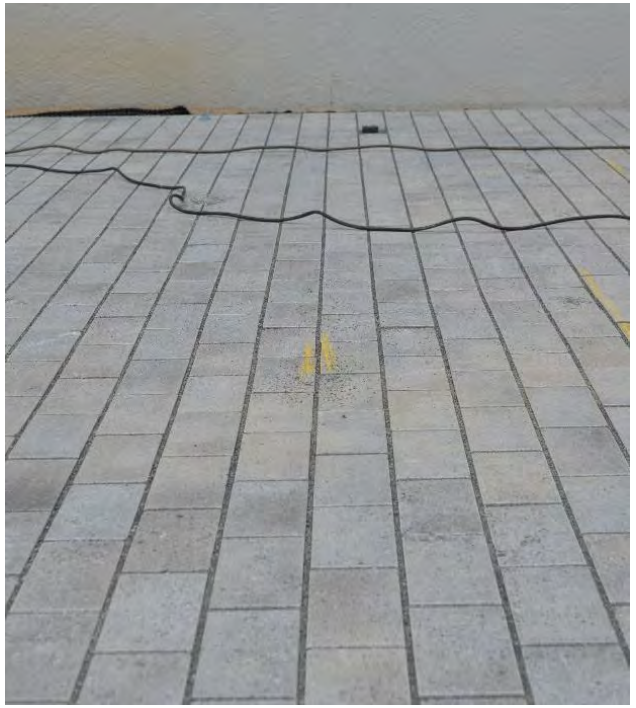
Was ist die Ursache:

- A: Fehlende Bewegungsfuge
- B: Fehler in der Fuge
- C: Fehler im Betonstein und/oder Fugenmörtel

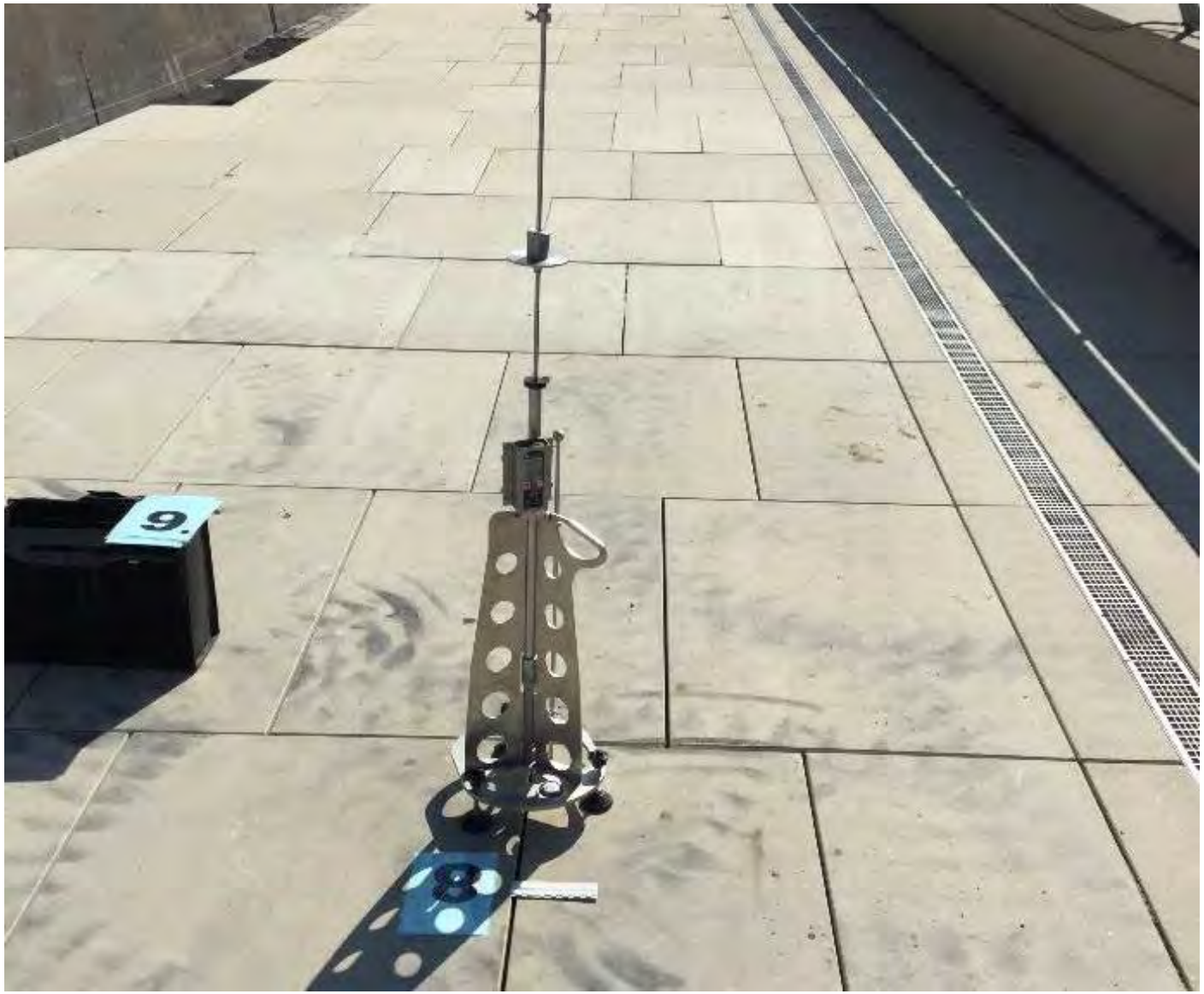
Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Verschiedene Beispiele aus der Praxis





Verschiedene Beispiele aus der Praxis



Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was ist das Problem bei stehendem Wasser:

- A: Fehlendes Gefälle
- B: Fehlende Wasserdurchlässigkeit der Fuge
- C: Gesamtkonstruktion nicht wasserdurchlässig

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was ist die Ursache:

- A: Kalte Witterung bei der Herstellung
- B: Zu enge Fugen
- C: Fehlende Verankerung des Widerlagersteines

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was fällt auf:

- A: Fehlerhafte Fugenbreite
- B: Fehlerhafte Steinbearbeitung
- C: Fehlerhafter Schotter

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was fällt auf:

- A: Fehlerhafte Fugenbreite
- B: Fehlerhafte Steinbearbeitung
- C: Fehlerhafter Schotter

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Nicht erzielte vertraglich vereinbarte Tragfähigkeit

In einem Rechtsstreit verklagt der Auftraggeber den Planer auf Zahlung der Kosten der bereits durchgeführten Mängelbeseitigung. Der Kläger beruft sich auf die bauvertraglich nicht erzielte Tragfähigkeit von 180 MN/m², wobei von 10 Plattendruckversuchen 7 eine geringere Tragfähigkeit als 180 MN/m² aufwiesen (kleinster Wert 140 MN/m², die übrigen Wert 160 MN/m²). Hinweis: Im Bauvertrag wurde keine Bauklasse gemäß RStO 86/89 angegeben, aber 180 MN/m² gefordert. Der Kläger behauptet, dass damit nur Bauklasse III bzw. IV gemeint sein kann. Der Beklagte ist jedoch der Auffassung, dass es ausschließlich Bauklasse V bzw. VI sein kann.

Maßgebend für das auftreten der Absackung ist aber nicht die Erzielung der zu geringen Tragfähigkeit sondern vielmehr die ungenügende Tragfähigkeit des anstehenden Untergrundes bzw. der anstehenden Auffüllung.

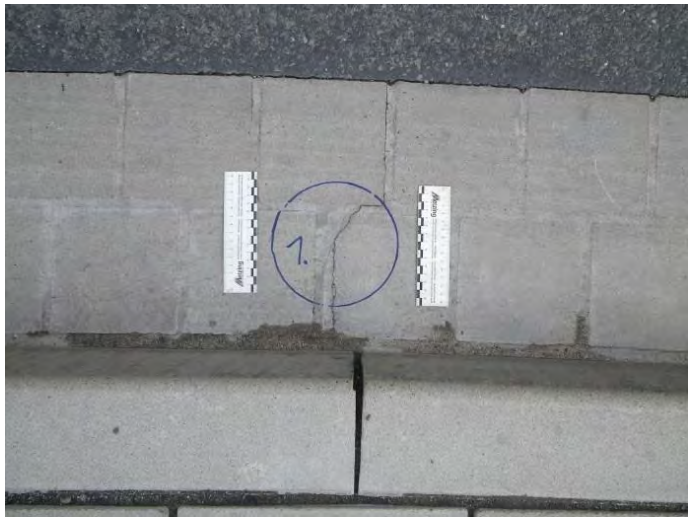
Im Rahmen des Rechtsstreits wird möglicherweise maßgebend werden, ob die vereinbarte Tragfähigkeit erzielt ist oder nicht.

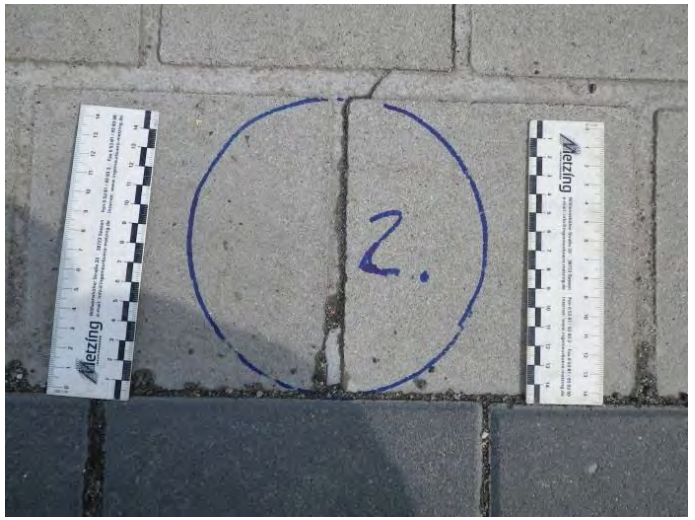
Verschiedene Beispiele aus der Praxis

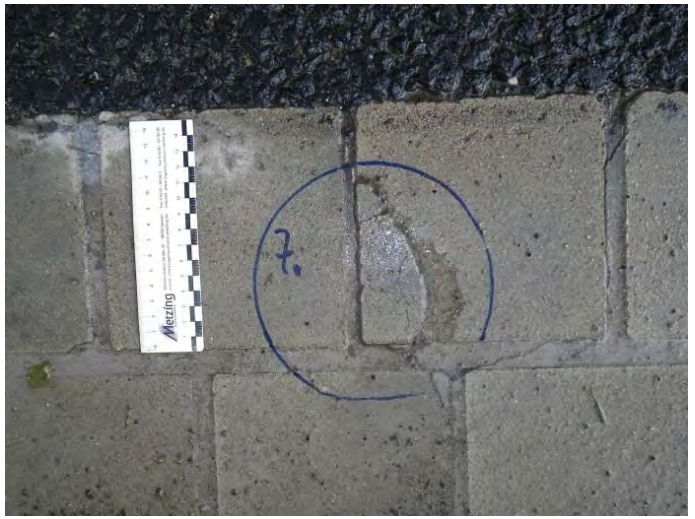
Risse und Abplatzungen an Entwässerungsrinnen

Was ist die Ursache (nicht das Foto unten links):

- A: Fehlende Bewegungsfuge
- B: Fehler in der Fuge
- C: Fehler im Betonstein und/oder Fugenmörtel







Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was ist die Ursache:

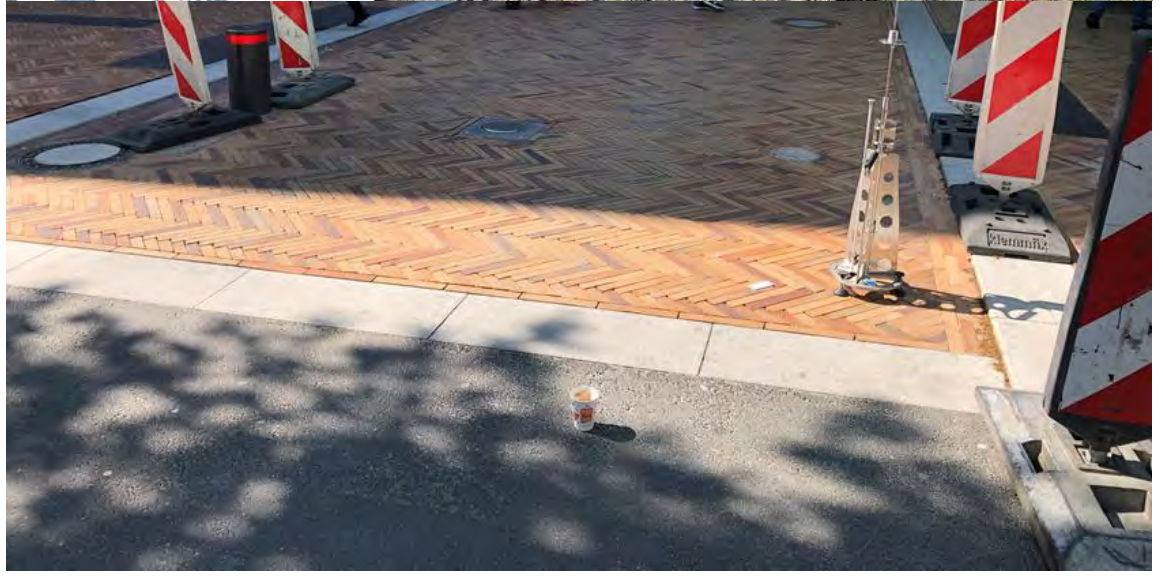
- A: Fehlerhafter Stein
- B: Fehlerhaftes Fugen- und Bettungsmaterial
- C: Fehlerhafter Einbau

Verschiedene Beispiele aus der Praxis

Was ist die Ursache:

- A: Ölflecken
- B: Verfleckung aus Betonsetin
- C: Aufsteigende Feuchtigkeit

Verschiedene Beispiele aus der Praxis



Die anerkannten Regeln der Technik

(Auszug aus Abnahme von Bauleistungen, Tiefbau, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG)

Ein wesentlicher Verständnisfehler liegt bei Planern und Ausführenden häufig darin, dass sie davon ausgehen, eine Mangelfreiheit bestehe bereits dann, wenn durch eine handwerkliche Leistung nicht ausdrücklich gegen die anerkannten Regeln der Technik verstoßen werde. Der Umstand, dass die Regelwerke eine bestimmte Art der Ausführung nicht geradezu verbieten, ist jedoch noch kein Indiz für den Umkehrschluss, dass ein Bauwerk bereits über die zugesicherten oder üblichen Eigenschaften verfügt, wenn es nicht gegen Regelwerke verstößt.
Anerkannte Regeln der Technik sind keine Gebote oder Verbote im Sinne von Rechtsvorschriften. Sie beschreiben vielmehr regulativ technisch machbare Verfahrenswege, die nach wissenschaftlichen Erkenntnissen theoretisch richtig sind und sich darüber hinaus in der Praxis nach überwiegender Auffassung der Fachleute bewährt haben.

„Praxishandbuch Sachverständigenrecht", § 9 Rdnr. 11 (Bayerlein, 1996):
Der Begriff der „allgemein anerkannten Regel der Technik“ ist nicht in einer Rechtsvorschrift definiert, sondern durch die Rechtsprechung näher festgelegt worden. Nach nahezu allgemeiner Meinung ist der Begriff erfüllt, wenn eine technische Regel nach wissenschaftlicher Erkenntnis für theoretisch richtig gehalten wird und der Praxis als bewährt angesehen wird, wobei Mindermeinungen außer Betracht bleiben. (...)

In der Praxis bewährt hat sich eine technische Regel, wenn sie von den einschlägigen Fachkreisen durchweg anerkannt und angewandt wird. (...)
Die wichtigsten technischen Regelwerke sind folgende:

- DIN-Normen des Deutschen Instituts für Normung e.V.
- VDI-Richtlinien des Vereins Deutscher Ingenieure
- VDE-Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker DVGW-Regelwerk des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. Vorschriftenwerk des Germanischen Lloyds (GL)
- RAL-Gütezeichen des Ausschusses für Lieferbedingungen und Gütesicherung e.V.
- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften aufgrund §§ 708, 709 Reichsversicherungsordnung (RVO)"

1. Aktuelle Regelwerke für Pflasterdecken und Plattenbeläge

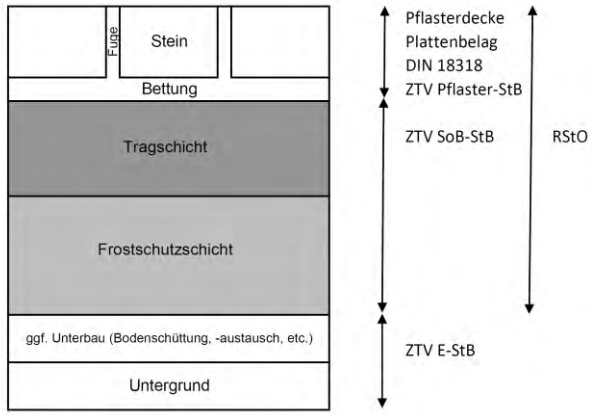
- DIN 18318, VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C, Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen, Ausgabe September 2019, Herausgeber: Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- ZTV A-StB 12, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen mit Asphalt , Ausgabe 2012, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- ZTV Asphalt-StB 07/13, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen mit Asphalt , Ausgabe 2007/2013, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- ZTV Beton StB 07, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Ausgabe 2007, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- ZTV E-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau Ausgabe 2017, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- ZTV Pflaster-StB 2020, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen, Ausgabe 2020 Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- ZTV SoB-StB 2020, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2020, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- TL Pflaster-StB 06/2015, Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen, Ausgabe 2006/2015, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln (Anmerkung des SV: (Die Anforderungen an die Materialien gelten nur im Anlieferzustand und nicht im eingebauten Zustand)
- TL Gestein-StB 04/2018, Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004/Fassung 2018, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- TL SoB StB 2020, Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2020, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

1. Aktuelle Regelwerke für Pflasterdecken und Plattenbeläge (Fortsetzung)

- **Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen**, MF P R2, Ausgabe 2015, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- **Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten**, M FG R 2, Ausgabe 2022, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- **Richtlinie Pflaster- und Plattendecken für befahrene und begangene Flächen in ungebundener und gebundener Ausführung sowie in Mischbauweisen,** Ausgabe Mai 2014, Herausgeber: Deutscher Naturwerksteinverband e.V., Würzburg
- **Merkblatt über den Rutschwiderstand von Pflasterdecken und Plattenbelägen für den Fußgängerverkehr, Ausgabe 2020, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln**
- **Merkblatt für den Bau von Busverkehrsflächen**, Ausgabe 2000, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- **Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen, M VV, Ausgabe 2013,** Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln - ersetzt **Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen**, Ausgabe 1998
- **Merkblatt für Dränbetontragschichten, M DBT, Ausgabe 2013,** Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, **ersetzt Merkblatt für Dränbetontragschichten**, Ausgabe 1996
- **Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Platten- und Großformatbelägen sowie von Einfassungen, M BEP R 2, Ausgabe 2022**, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- **TP Eben – Berührende Messungen**, Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung, Teil: Berührende Messungen, Ausgabe 2017, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- **RStO 12 – Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln**

1. Aktuelle Regelwerke für Pflasterdecken und Plattenbeläge (Fortsetzung)

- **Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung, M Fpgeb R2, Ausgabe 2018**, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln ersetzt **Arbeitspapier Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung,** Ausgabe 2007
- **Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung, ALP Pgeb W1, Ausgabe 2018**, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- ZTV-Wegebau, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs, Ausgabe 2022, Herausgeber: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung , Landschaftsbau e.V.
- **Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Verkehrsflächen auf Bauwerken**, Ausgabe 2020, Herausgeber: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschafts-bau e.V., Bonn



2. Pflasterdeckenaufbaukombinationen - Tragschicht, Bettung und Fuge für Verkehrsflächen

Darstellung der Pflasterdeckenaufbaukombinationen für Verkehrsflächen

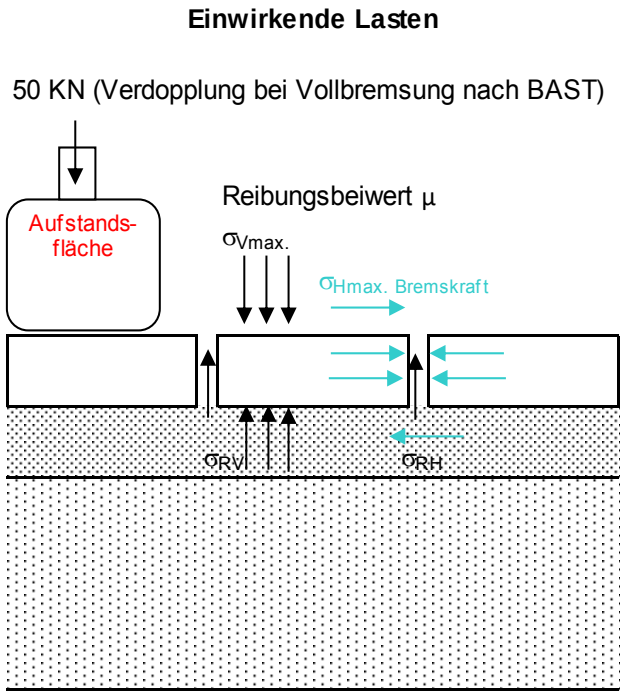
Lfd.-Nr.	Tragschicht	Bettung	Fuge	Regelwerk	Bemerkung	Ausführbar?
1.	ungebunden	ungebunden	ungebunden	ZTV Pflaster	Regelbauweise	Ja
2.	ungebunden	ungebunden	gebunden	M FP R2, Abschnitt 3	Kombi-Bauweise	Nein
3.	ungebunden	gebunden	gebunden	M FP R2, Abschnitt 3	Kombi-Bauweise	Nein
4.	ungebunden	gebunden	ungebunden	M FP R2, Abschnitt 3	Kombi-Bauweise	Nein
5.	gebunden	gebunden	gebunden	DIN 18318 RiLi DNV MFPgeb	Sonderbauweise	Ja
6.	gebunden	ungebunden	ungebunden	M FP R2, Abschnitt 3	Regelbauweise	Ja
7.	gebunden	ungebunden	gebunden	M FP R2, Abschnitt 3	Kombi-Bauweise	Nein
8.	gebunden	gebunden	ungebunden	M FP R2, Abschnitt 3	Kombi-Bauweise	Nein

Hinweis: Gemäß ZTV Wegebau und Richtlinie DNV sind Mischbauweisen möglich, bis gelegentlicher Belastung 20 t. Platten können nach Richtlinie DNV auch für Bk0,3 in Mischbauwiese eingebaut werden.

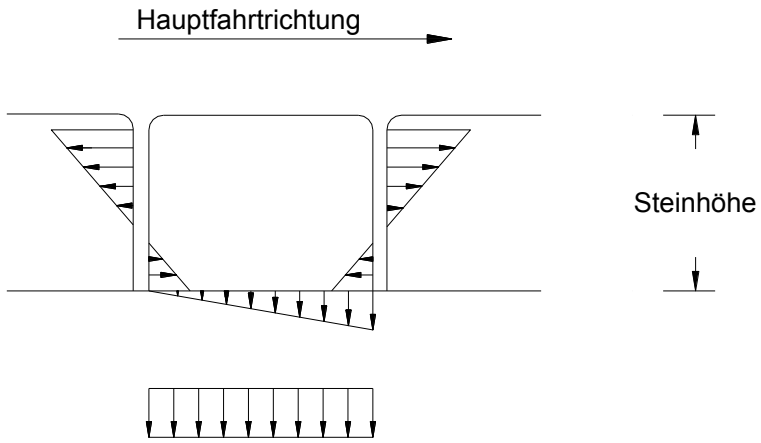
3. Beanspruchung von Pflasterdecken und Plattenbelägen

3.1 Horizontal- und Vertikallasten aus Verkehr

Schematische Darstellung der Lastabtragung



Darstellung des Spannungsverlaufes

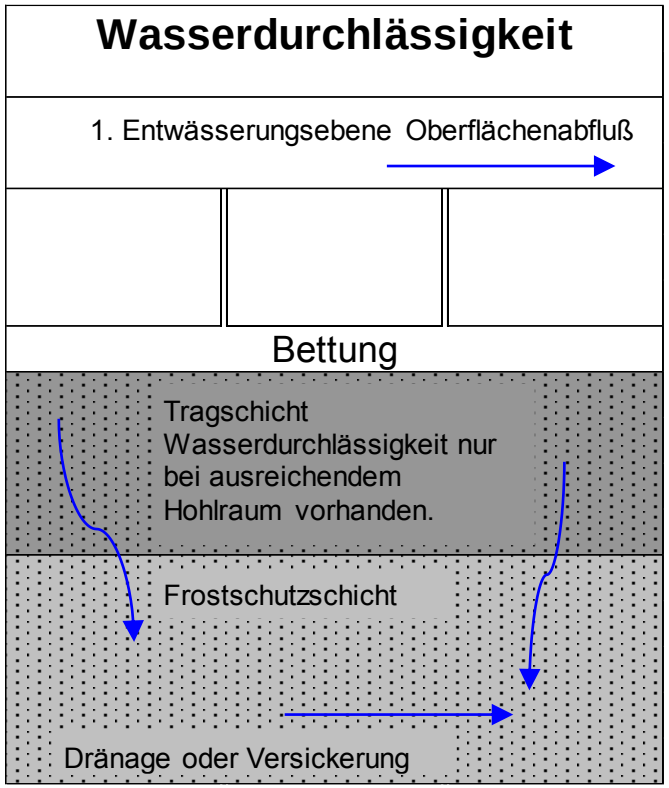


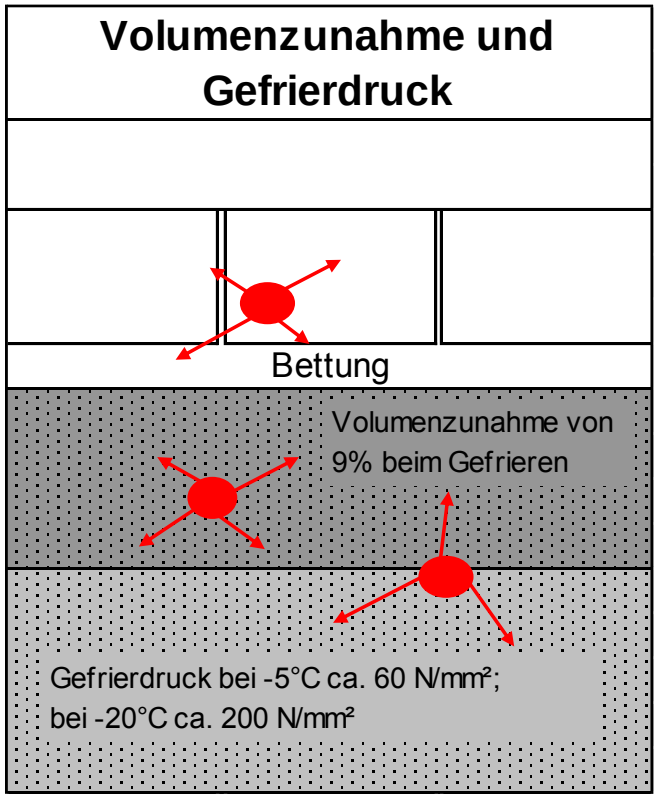
3.2 Thermische Beanspruchung

Thermische Beanspruchung									
E-Modul, Wärmeausdehnungskoeffzient und Temperatur sind angenommene Werte									
	E-Modul	Wärmeaus-dehnungs-koeffzient	Längenänderung bei einer Ausgangslänge von 5 m bei einer angenommenen Nullspannungstemperatur von 5°C					
	N/mm²	1/k	-5°C	-15°C	-25°C	25°C	45°C	65°C
			Δ T in Kelvin					
			-10	-20	-30	20	40	60
			Längenänderung in mm					
Granit	60.000	0,000005	-0,25	-0,50	-0,75	0,50	1,00	1,50
Betonstein	30.000	0,00001	-0,50	-1,00	-1,50	1,00	2,00	3,00
	E-Modul	Wärmeaus-dehnungs-koeffzient	Druck- und Zugbeanspruchung bei einer angenommenen Nullspannungstemperatur von 5°C					
	N/mm²	1/k	-5°C	-15°C	-25°C	25°C	45°C	65°C
			Δ T in Kelvin					
			-10	-20	-30	20	40	60
			Druck- und Zugspannungen an der Oberfläche N/mm²					
Granit	60.000	0,000005	3,00	6,00	9,00	-6,00	-12,00	-18,00
Betonstein	30.000	0,00001	3,00	6,00	9,00	-6,00	-12,00	-18,00

3.3 Einwirkung von Oberflächenwasser

Schematische Darstellung der Wasserdurchlässigkeit (links) und des Gefrierdrucks (rechts) in einer Pflasterbefestigung





4. Dimensionierung einer Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen auf Basis der RStO 12

Einleitung hinsichtlich der wesentlichen Änderungen gegenüber der RStO 01 bzw. Darstellung wesentlicher Grundlagen:

1. Grundlagen: Ziffer 2.5.1 Fahrbahnen: Für die Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung ist in der Regel ein Nutzungszeitraum von 30 Jahren anzunehmen.
2. Änderung: Die Bezeichnung Bauklasse wird durch Belastungsklasse ersetzt.
3. Änderung: Bei Belastungsklasse 1,8 und 3,2 wird eine Steinhöhe von mindestens 10 cm vorgeschrieben. In der RStO 01 wurde nur bei Bauklasse III eine Steindicke von 10 cm vorgeschrieben.
4. Grundlage: Ziffer 2.5.1 Für Kreisverkehrsflächen ist – bezogen auf den am stärksten belasteten Abschnitt der Kreisverkehrsfläche – die nächst höhere Belastungsklasse vorzusehen.
5. Änderung/Neuerung: In der RStO 12 sind gemäß Tabelle 3 – Belastung von Busverkehrsflächen und zugeordnete Belastungsklassen – vorgaben für die Einordnung in Belastungsklassen auf Basis der Anzahl der Busse pro Tag gemacht.
6. Grundlage: Pflasterdecken auf ungebundenen Tragschichten werden als weitgehend problemlos eingestuft. Aus diesem Grund sind die Ausführungen in ungebundener Pflasterbauweise auch in der ersten Zeilen der Tafel 3 der RStO 12 genannt.

4. Dimensionierung einer Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen auf Basis der RStO 12 (Fortsetzung)

Folgende Änderungen haben sich bei den Tragschichten ergeben:

1. Bei einer ungebundenen Schottertragschicht der Belastungsklasse Bk 3,2 wurde der Verformungsmodul E_{v2} auf 180 MN/m² erhöht.

   In der RStO 01 wurde ein E_{v2} – Wert von 150 MN/m² gefordert. In der ZTV Pflaster-StB 06 hingegen wird auf der oberen Tragschicht für Bauklasse III (Bk 3,2) und IV (Bk1,8) ein Verformungsmodul von 180 MN/m² gefordert. Gemäß Ziffer 3.3.5 Pflasterdecken gilt: Auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aller Tragschichten ist zu achten. Bei guter örtlicher Bewährung ist in der Belastungsklasse Bk3,2 ein Verformungsmodul E_{v2} auf der Tragschicht ohne Bindemittel von ≥ 150 MN/m² ausreichend.

2. Gemäß Tafel 3 RStO 12 sind ausschließlich folgende Tragschichten zulässig:

   - Schottertragschicht
   - Kiestragschicht
   - Wasserdurchlässige Asphalttragschicht
   - Dränbetontragschicht

1.4 Dimensionierung einer Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen auf Basis der RStO 12 (Fortsetzung)

3. Im Gegensatz zur RStO 01 ist in der neuen Fassung keine grundlegende Änderung der Berechnung vorgenommen wurden. Es ist die Anzahl der Schwerverkehrsfahrzeuge pro Tag (> 3,5 t) maßgebend. Als Bemessungsgrundlage einer Verkehrsflächenbefestigung dient die *„Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B“.*

Im Wesentlichen werden zwei Varianten unterschieden,

- Methode 1 kommt zur Anwendung, wenn nur $DTV^{(SV)}$-Angaben vorliegen (Verkehrszählung) **(Änderung gegenüber RStO 01: Erhöhung einzelner Berechnungs-faktoren z.B. Achszahlfaktor und Lastkollektivquotient)**
- Methode 2 setzt die Kenntnis von detaillierten Achslastdaten voraus.

Lässt sich für Verkehrsflächen in der geschlossenen Ortslage die dimensionierungsrelevante Beanspruchung nicht ermitteln, so können die Belastungsklassen den typischen Entwurfssituationen nach den RASt gemäß Tabelle 2 der RStO 12 zugeordnet werden. Die Auswahl der Belastungsklasse muss sich an der zu erwartenden Schwerverkehrsbelastung orientieren.

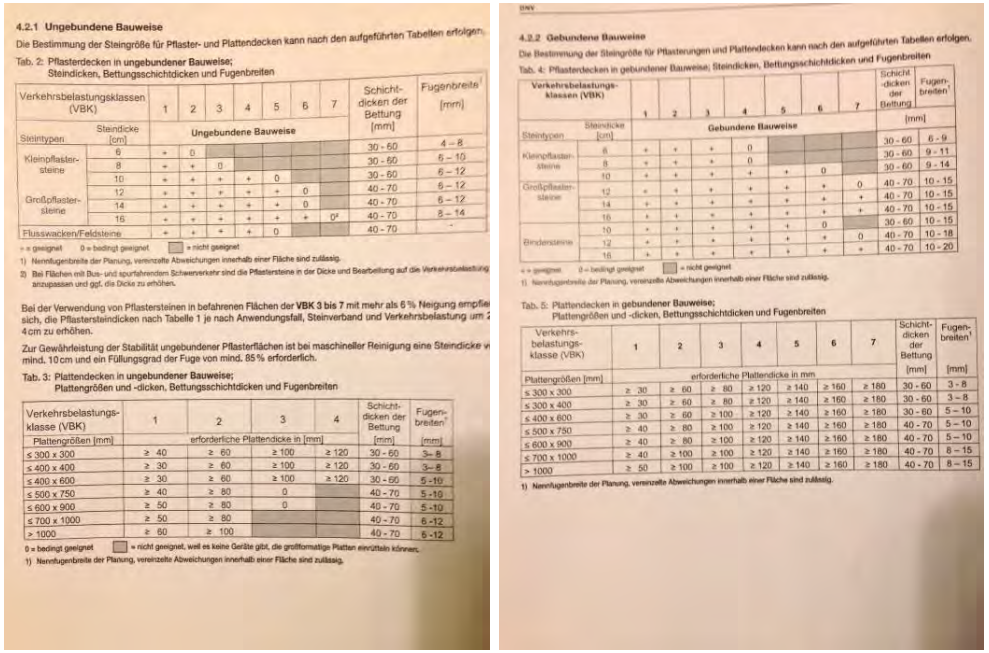
4. Dimensionierung einer Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen auf Basis der RStO 12

RStO 12	RiLi DNV	ZTV Wegebau
[1]	[2]	[3]
-	VBK 1 (begehbare Flächen)	N 1
-	VBK 2 (bis 3,5 t, außerhalb Straßenverkehr, Garagenzufahrt)	N 2
-	VBK 3 (wie VBK2, jedoch mit gelegentlicher Befahrung 20 t)	N 3
Bk 0,3	VBK 4	-
Bk 1,0	VBK 5	-
Bk 1,8	VBK 6	-
Bk 3,2	VBK 7	-

Bk = Belastungsklasse
VBK = Verkehrsbelastungsklasse
N = Nutzungskategorie

4. Dimensionierung einer Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen auf Basis der RStO 12 (Fortsetzung)

Grundlage: RSt= 12, Ziffer 3.3.5 Pflasterdecken: Die Anforderungen an Pflasterdecken sind in den ZTV Pflaster-StB enthalten. In der Tafel 3 sind Bauweisen mit Pflasterdecke in ihren Regeldicken dargestellt. Es kann auch Pflaster mit größerer Dicke verwendet werden. Die Regelungen zur Bettungsdicke und zur Dicke von Pflasterdecken mit Naturstein sind in diesen Fällen den ZTV Pflaster-StB zu entnehmen.



4.2.1 Ungebundene Bauweise

Die Bestimmung der Steingröße für Pflaster- und Plattendecken kann nach den aufgeführten Tabellen erfolgen.

Tab. 2: Pflasterdecken in ungebundener Bauweise; Steindicken, Bettungsschichtdicken und Fugenbreiten

Verkehrsbelastungsklassen (VBK)		1	2	3	4	5	6	7	Schicht-dicken der Bettung [mm]	Fugenbreite[1] [mm]
Steintypen	Steindicke [cm]	Ungebundene Bauweise								
Kleinpflaster-steine	6	+	0						30 - 60	4 – 8
	8	+	+	0					30 - 60	6 – 10
	10	+	+	+	+	0			30 - 60	6 – 12
Großpflaster-steine	12	+	+	+	+	+	0		40 - 70	6 – 12
	14	+	+	+	+	+	0		40 - 70	6 – 12
	16	+	+	+	+	+	+	0[2]	40 - 70	8 – 14
Flusswacken/Feldsteine		+	+	+	+	0			40 - 70	-

+ = geeignet 0 = bedingt geeignet = nicht geeignet

1) Nennfugenbreite der Planung, vereinzelte Abweichungen innerhalb einer Fläche sind zulässig.

2) Bei Flächen mit Bus- und spurführendem Schwerverkehr sind die Pflastersteine in der Dicke und Bearbeitung auf die Verkehrsbelastung anzupassen und ggf. die Dicke zu erhöhen.

Bei der Verwendung von Pflastersteinen in befahrenen Flächen der VBK 3 bis 7 mit mehr als 6 % Neigung empfiehlt sich, die Pflastersteindicken nach Tabelle 1 je nach Anwendungsfall, Steinverband und Verkehrsbelastung um 2 4 cm zu erhöhen.

Zur Gewährleistung der Stabilität ungebundener Pflasterflächen ist bei maschineller Reinigung eine Steindicke v mind. 10 cm und ein Füllungsgrad der Fuge von mind. 85 % erforderlich.

Tab. 3: Plattendecken in ungebundener Bauweise; Plattengrößen und -dicken, Bettungsschichtdicken und Fugenbreiten

Verkehrsbelastungs-klasse (VBK)	1	2	3	4	Schicht-dicken der Bettung [mm]	Fugen-breiten[1] [mm]
Plattengrößen [mm]	erforderliche Plattendicke in [mm]					
≤ 300 x 300	≥ 40	≥ 60	≥ 100	≥ 120	30 - 60	3– 8
≤ 400 x 400	≥ 30	≥ 60	≥ 100	≥ 120	30 - 60	3– 8
≤ 400 x 600	≥ 30	≥ 60	≥ 100	≥ 120	30 - 60	5 -10
≤ 500 x 750	≥ 40	≥ 80	0		40 - 70	5 -10
≤ 600 x 900	≥ 50	≥ 80	0		40 - 70	5 -10
≤ 700 x 1000	≥ 50	≥ 80			40 - 70	6 -12
> 1000	≥ 60	≥ 100			40 - 70	6 -12

0 = bedingt geeignet = nicht geeignet, weil es keine Geräte gibt, die großformatige Platten einrütteln können.

1) Nennfugenbreite der Planung, vereinzelte Abweichungen innerhalb einer Fläche sind zulässig.

DNV

4.2.2 Gebundene Bauweise

Die Bestimmung der Steingröße für Pflasterungen und Plattendecken kann nach den aufgeführten Tabellen erfolgen.

Tab. 4: Pflasterdecken in gebundener Bauweise; Steindicken, Bettungsschichtdicken und Fugenbreiten

Verkehrsbelastungs-klassen (VBK)		1	2	3	4	5	6	7	Schicht-dicken der Bettung	Fugen-breiten[1]
Steintypen	Steindicke [cm]	Gebundene Bauweise							[mm]	
Kleinpflaster-steine	6	+	+	+	0				30 - 60	6 - 9
	8	+	+	+	0				30 - 60	9 - 11
	10	+	+	+	+	+	0		30 - 60	9 - 14
Großpflaster-steine	12	+	+	+	+	+	+	0	40 - 70	10 - 15
	14	+	+	+	+	+	+	+	40 - 70	10 - 15
	16	+	+	+	+	+	+	+	40 - 70	10 - 15
Bindersteine	10	+	+	+	+	+	+	0	30 - 60	10 - 15
	12	+	+	+	+	+	+	0	40 - 70	10 - 18
	16	+	+	+	+	+	+	+	40 - 70	10 - 20

+ = geeignet 0 = bedingt geeignet = nicht geeignet

1) Nennfugenbreite der Planung, vereinzelte Abweichungen innerhalb einer Fläche sind zulässig.

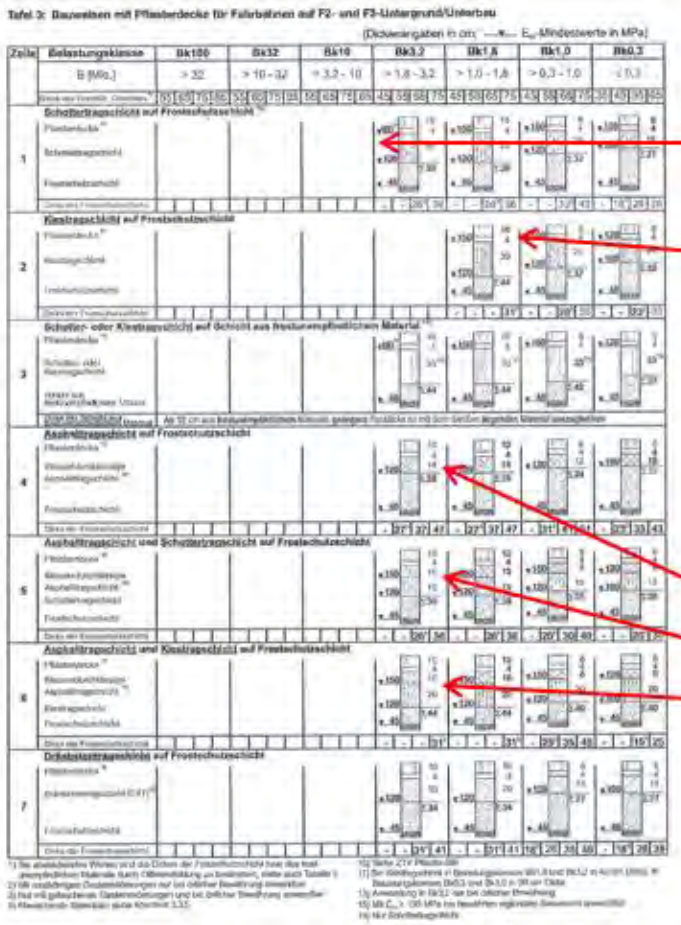
Tab. 5: Plattendecken in gebundener Bauweise; Plattengrößen und -dicken, Bettungsschichtdicken und Fugenbreiten

Verkehrs-belastungs-klasse (VBK)	1	2	3	4	5	6	7	Schicht-dicken der Bettung [mm]	Fugen-breiten[1] [mm]
Plattengrößen [mm]	erforderliche Plattendicke in mm								
≤ 300 x 300	≥ 30	≥ 60	≥ 80	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	30 - 60	3 - 8
≤ 300 x 400	≥ 30	≥ 60	≥ 80	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	30 - 60	3 – 8
≤ 400 x 600	≥ 30	≥ 60	≥ 100	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	30 - 60	5 – 10
≤ 500 x 750	≥ 40	≥ 80	≥ 100	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	40 - 70	5 – 10
≤ 600 x 900	≥ 40	≥ 80	≥ 100	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	40 - 70	5 – 10
≤ 700 x 1000	≥ 40	≥ 100	≥ 100	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	40 - 70	8 – 15
> 1000	≥ 50	≥ 100	≥ 100	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180	40 - 70	8 – 15

1) Nennfugenbreite der Planung, vereinzelte Abweichungen innerhalb einer Fläche sind zulässig.

Steindicken bei der ungebundenen Bauweise nach RiLi DNV

4. Dimensionierung einer Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen auf Basis der RStO 12 (Fortsetzung)



Ungebundene Pflasterbauweise

Ungebundene Tragschicht

Erhöhung der Anforderung:

$E_{v2} \geq 180$ MN/m²

Erhöhung der Steindicke:

10 cm statt 8 cm bei Bk 1,8 (alt Bauklasse IV)

Ungebundene Pflasterdecke

Gebundene Tragschicht

Wasserdurchlässiger Asphalt statt Asphalttragschicht:

10 cm bis 14 cm dick, je nach Aufbau

Berechnung Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B anhand der RStO 12 – Methode 1.2 (konstante Faktoren)

1.3.4.1 Berechnung der Dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B anhand der RStO 12 - Methode 1.2 (konstante Faktoren)

$B = 365 \times q_{Bm} \times f_3 \times S(DTA \times f_1 \times f_2 \times (1+p))$

mit $DTA = DTV \times f_A$

Ausgangsdaten:	
Belastungstage:	365
DTV/Tag:	60 Busse pro Tag
Achszahlfaktor f_A:	4,50
Lastkollektivquotient q_{Bm}:	0,33
Fahrstreifenfaktor f_1:	1,00
Fahrstreifenbreitenfaktor f_2:	1,40 Fahrstreifenbreite 2,75 bis 3,25 m
Steigungsfaktor f_3:	1,00 Längsneigung unter 2%
Zunahme des Schwerverkehrs p:	0,01
DTA=	270,00

Berechnung der dimensionierungsrsrelevanten Beanspruchung B

Jahr	p_i	DTA	q_{Bm}	f_1	f_2	f_3	Tage / Jahr	$1+p_i$	B_{1-30}
1	0,01	270,00	0,33	1,00	1,40	1,00	365	1,01	45.985,40
.....									
30	0,00	270,00	0,33	1,00	1,40	1,00	365	1,00	45.530,10
									1.379.562,03
					Berechnung gemäß RStO 01			ca.	515.000,00

Berechnung Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B anhand der RStO 12 – Methode 2.2 (konstante Faktoren)

1.3.4.2 Berechnung der Bemessungsrelevanten Beanspruchung B anhand der RStO 12 - Methode 2.2 (konstante								
B = 365 x f_3 x (S EDTA x f_1 x f_2 x (1+ p))								
Busverkehrsfläche								
3 - Achslasten Gelenkwagen, zulässiges Gesamtgewicht 28,000 t								
1. Achse	6,50	t						
2. Achse	10,00	t						
3. Achse	11,50	t						
Anzahl der Busse pro h:		6,00	St	Busse pro h				
Dauer der Betriebszeit:		10,00	Stunden					
Anzahl der Fahrzeuge:		60,00	St/Tag					
Belastungstage		365,00	Tage/Jahr					
Nutzungszeitraum:		30,00	Jahre					
Fahrstreifenfaktor f_1:			1,00					
Fahrstreifenbreitefaktor f_2:			1,40	Fahrstreifenbreite 2,75 bis 3,25 m				
Höchstlängsneigung f_3:			1,00	Längsneigung unter 2%				
Zunahme des Schwerverkehrs p:			0,00					

Fortsetzung der Berechnung Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B anhand der RStO 12 – Methode 2.2 (konstante Faktoren) und Übersicht der Entwicklung Bauklasse/Belastungsklasse

Schwerverkehr	L_K	L_0	L_K/L_0	$DTA^{(SV)}$	$(L_K/L_0)^4 \times DTA_{(SV)}$	$EDTA^{(SV)}$	
3 - Achser	6,50	10,00	0,65	60,00	10,71		
	10,00	10,00	1,00	60,00	60,00		
	11,50	10,00	1,15	60,00	104,94	175,65	
Berechnung der bemessungsrelevanten Beanspruchung B							
Jahr	$EDTA^{(SV)}$	f_1	f_2	f_3	Tage / Jahr	$1 + p_i$	B_{1-30}
1,00	175,65	1,00	1,40	1,00	365	1,00	89.757,53
.....							
30,00	175,65	1,00	1,40	1,00	365	1,00	89.757,53
							2.692.726,00

Bauklassen – RStO 86/89
VB - Schwerverkehrsfahrzeuge pro Tag > 3,5 t

SV	I	II	III	IV	V	VI
> 3200	> 1800 bis 3200	> 900 bis 1800	> 300 bis 900	> 60 bis 300	> 10 bis 60	bis 10

Bauklassen – RStO 01
Bemessungsrelevante Beanspruchung B in Mio. äquivalenter 10-t-Achsen

SV	I	II	III	IV	V	VI
> 32	> 10 bis 32	> 3 bis 10	> 0,8 bis 3	> 0,3 bis 0,8	> 0,1 bis 0,3	bis 0,1

Belastungsklassen – RStO 12
Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B in Mio. äquivalenter 10-t-Achsen

Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
> 32	> 10 bis 32	> 3,2 bis 10	> 1,8 bis 3,2	> 1,0 bis 1,8	> 0,3 bis 1,0	bis 0,3

Tabelle 3 RStO 12

Verkehrsbelastung Busse/Tag	Belastungsklasse
Über 1.400	Bk 100
Über 425 bis 1.400	Bk 32
Über 130 bis 425	Bk 10
Über 65 bis 130	Bk 3,2
Bis 65[1]	Bk 1,8

[1] Wenn die Verkehrsbelastung weniger als 15 Busse/ Tag beträgt, kann ein niedrigere Belastungsklasse gewählt werden.

5. Eigenüberwachungsprüfungen

Allgemeine wichtige Hinweise aus der ZTV Pflaster-StB 20

4.2 Eigenüberwachungsprüfungen

4.2.1 Allgemeines

Eigenüberwachungsprüfungen sind Prüfungen des Auftragnehmers oder dessen Beauftragten, um festzustellen, ob die Eigenschaften der Bauprodukte und der fertigen Leistung den vertraglich vereinbarten Anforderungen entsprechen.

Der Auftragnehmer hat die Eigenüberwachungsprüfungen vor und während der Ausführung mit der erforderlichen Sorgfalt und im erforderlichen Umfang durchzuführen. Die Ergebnisse sind zu protokollieren. Werden Abweichungen von den vertraglich vereinbarten Anforderungen festgestellt, sind die entsprechenden Abweichungen und deren Ursachen unverzüglich zu beseitigen.

Die Ergebnisse der Eigenüberwachungsprüfungen sind dem Auftraggeber auf Verlangen vorzulegen.

Art und Umfang der Eigenüberwachungsprüfungen sind nachfolgend festgelegt.

4.2.2 Gesteinskörnungen und Baustoffgemische: Prüfungen beim Einbau

- Anforderungen nach dem Abschnitt 2.3
- Korngrößenverteilung und Feinanteile mindestens je angefangene 1000 m² eingebautes Baustoffgemisch
- profilgerechte Lage und Ebenheit der Bettung je nach Erfordernis
- Einbaudicke.

4.2.3 Pflasterdecken, Plattenbeläge: Prüfungen an der fertigen Leistung

- Anforderungen nach den Abschnitten 2.4 bis 2.9 sowie 3.8
- profilgerechte Lage und Ebenheit
- Dicke der Bettung in Zentimeter
- vollständige Fugenfüllung
- Fugenbreiten und Fugenverlauf.

4.2.4 Einfassungen: Prüfungen an der fertigen Leistung

- Anforderungen nach den Abschnitten 2.10 bis 2.12 sowie 3.8
- Dicke und Festigkeit des Fundamentes und der Rückenstütze
- profilgerechte Lage und Ebenheit
- Fugenbreiten
- Anordnung und Abstand der Bewegungsfugen.

4.2.5 Rinnen und Mulden: Prüfungen an der fertigen Leistung

- Anforderungen nach den Abschnitten 2.10 sowie 3.8
- Dicke und Festigkeit des Fundamentes und gegebenenfalls der Rückenstütze
- profilgerechte Lage, Ebenheit und Neigung
- Fugenbreiten
- Fugenverlauf
- vollständige Fugenfüllung
- Anordnung und Abstand der Bewegungsfugen.

4.3 Kontrollprüfungen

4.3.1 Allgemeines

Es ist zweckmäßig, gleichzeitig mit den Eigenüberwachungsprüfungen die Kontrollprüfungen durchzuführen. Ergebnisse, die im Rahmen der Eigenüberwachung und im Beisein des Auftraggebers ermittelt werden, können als Kontrollprüfungen anerkannt werden. Für die Kontrollprüfungen können, soweit möglich und zweckmäßig, auch die Ergebnisse der gemeinsamen Feststellungen für die Abrechnung herangezogen werden.

Kontrollprüfungen sind Prüfungen des Auftraggebers, um festzustellen, ob die Eigenschaften der Bauprodukte und der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen. Die Ergebnisse werden der Abnahme zugrunde gelegt.

6. Pflastermaterialien

6. 1 Pflastersteine aus Beton nach DIN EN 1338

Die TL Pflaster-StB 06/2015 stellt an die Pflastermaterialien folgende Anforderungen:

Diagonale

Überschreitet die Länge der Diagonalen 300 mm, so muss die Anforderung aus der Tabelle 15 erfüllt werden, nämlich Klasse 2, Kennzeichnung K, Maximale Differenz 3 mm.

Witterungswiderstand

Der Witterungswiderstand muss die Anforderungen der Tabelle 16 erfüllen, nämlich Klasse 3, Kennzeichnung D, Masseverlust nach Frost- und Tausalzprüfung ≤ 1,0 kg/m² als Mittelwert mit keinem Einzelwert > 1,5 kg/m².

Abriebwiderstand

Der Abriebwiderstand muss die Anforderungen der Tabelle 17 erfüllen, nämlich Klasse 4, Kennzeichnung I, Anforderung nach Abriebverfahren mit breiter Schleifscheibe oder Prüfverfahren nach Böhme.

Betonprodukte – Materialkennwert als Qualitätsnachweis gemäß DIN EN 1338, DIN EN 1339 und DIN EN 1340

Hier: Frost- und Tausalzwiderstand von Betonprodukten

Die TL Pflaster-StB 06 stellt an die Betonprodukte (Pflastersteine, Platten, Bordsteine) folgende Anforderungen an den Witterungswiderstand:

Der Witterungswiderstand muss die Anforderungen der Tabelle 16 erfüllen, nämlich Klasse 3, Kennzeichnung D, Masseverlust nach Frost- und Tausalzprüfung ≤ 1,0 kg/m² als Mittelwert mit keinem Einzelwert > 1,5 kg/m².

Die Prüfung erfolgt, indem auf die Oberfläche (Probekörper muss über 7500 mm² jedoch unter 25.000 mm² sein) der Betonprodukte eine 5 ± 2 mm dicke Schicht aus 3 % NaCl in Trinkwasser aufgebracht wird.

Anschließend erfolgt das 28-malige Auftauen und Befrosten in einem vorgeschriebenen Temperatur-Zyklus. Danach wird die Abwitterungs-rate bestimmt.

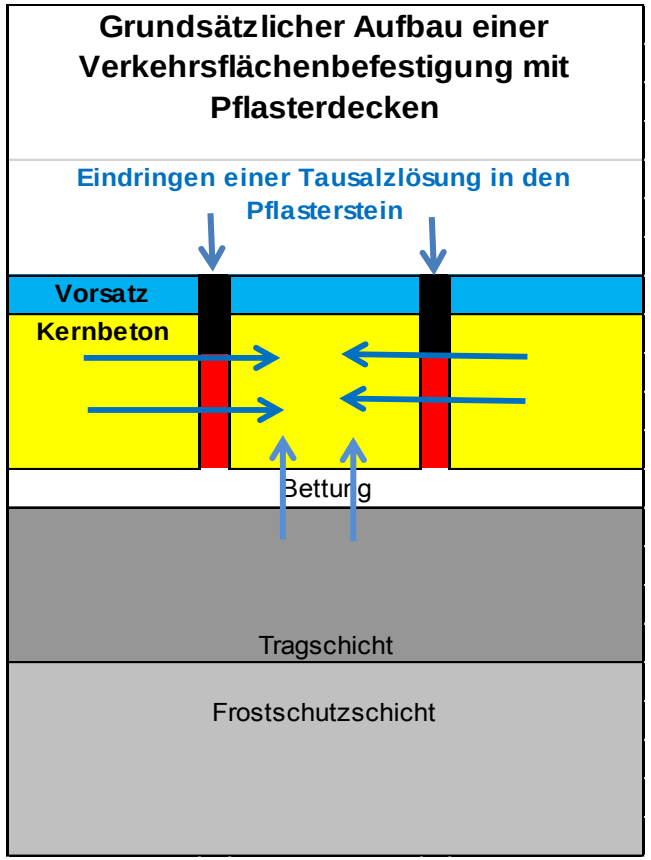
Intakte Betonsteinoberfläche nach der Prüfung

Tatsächliche Beanspruchung der Betonprodukte im Betrieb

Tatsächliche Beanspruchung des Pflastersteins:

1. Die Oberfläche der Produkte wird mit Wasser als auch Tausalzlösungen beaufschlagt.
2. In Abhängigkeit des Steinformates, des verwendeten Fugenmaterials und des Fugenfüllungsgrades dringt Wasser bzw. die Tausalzlösung in die Fugen ein. Insbesondere bei Frost- Tauwechseln kann es dazu kommen, dass Fuge/Bettung nicht vollständig aufgetaut sind und es zu einer erhöhten Wasseransammlung kommt. Bei „ungünstigen“ Betonprodukten kann es zum kapillaren Saugen über Seiten- und Unterflächen kommen. Ein Schädigung bis zur Zerstörung des Produktes kann die Folge sein.

→ Reduzierung Tausalz- bzw. Taumitteleinsatz



Anforderungen an Pflastersteine aus Beton gemäß DIN EN 1338

Eigenschaft	DIN EN 1338
Ausgangsstoffe	Ausgangsstoffe sollen EN entsprechen. Für andere A. müssen zufriedenstellende Daten nachgewiesen werden. Daraus hergestellte Steine müssen die Anforderungen erfüllen.
Abmessungen	> 50 mm; Verhältnis Länge/Höhe < 4
Maßtoleranzen	**Für Steinhöhe < 100 mm:** **Länge, Breite ± 2 mm; Höhe ± 3 mm** **für Steinhöhe ≥ 100 mm:** **Länge, Breite ± 3 mm; Höhe ± 4 mm**
Maßhaltigkeit der Diagonalen	Differenz zwischen den beiden Diagonalen (gilt nur für rechteckige Steine mit Diagonalen > 300 mm) **Klasse 1 („J"): ≤ 5 mm**; **Klasse 2 („K"): ≤ 3 mm**
Ebenheit der Steinoberfläche	**Abweichung konvex**: < 1,5 bzw. < 2,0 mm bei Messlänge von 300 bzw. 400 mm **Abweichung konkav**: < 1,0 bzw. < 1,5 mm bei Messlänge von 300 bzw. 400 mm (gilt nur, wenn das größte Maß des Steines 300 mm überschreitet)
Ausbuchtung der Seitenflächen bzw. –kanten	keine Anforderung
Mechanische Festigkeit	<u>Spaltzugfestigkeit</u> ≥ 3,6 Mpa (N/mm²) ≥ Einzelwerte ≥ 2,9 Mpa (N/mm²) und Bruchlast 250 N/mm²
Abriebwiderstand	**Klasse 1 („F"):** Keine Anforderung **Klasse 3 („H"):** ≤ 23 mm nach „Wide-Whell-Test" (Referenz); alternativ ≤ 20 cm³/50 cm² nach „Böhme-Test" **Klasse 4 („I"):** ≤ 20 mm nach „Wide-Whell-Test" (Referenz); alternativ ≤ 18 cm³/50 cm² nach „Böhme-Test"

Anforderungen an Pflastersteine aus Beton gemäß DIN EN 1338

Gleit-/Rutschwiderstand	Pflastersteine aus Beton haben normalerweise eine ausreichende Gleit-/Rutschfestigkeit. Prüfung kann im Ausnahmefall vereinbart werden (Mindeswert 45 SRT-Einheiten).
Frost-Tausalzwiderstands-fähigkeit	**Klasse 1 („A"):** keine Anforderung **Klasse 2 („B"):** WA ≤ 6 Gew.-%; keine FTW-Prüfung **Klasse 3 („D"):** Masseverlust nach FTW-Prüfung ≤ 1,0 kg/m² (i.M.), ≤ 1,5 kg/m² (Einz.) keine WA-Prüfung
Beschaffenheit, Aussehen	Frei von Beschädigungen wie Risse und Abplatzungen. Bei zweischichtigen Steinen, frei von Ablösungen. Vorsatz- und Kernbeton fest verbunden. **Abweichungen in Farbe Struktur sowie Ausblühungen können vorkommen und stellen keine Schädigung dar.**
Vorsatzbeton	**Wenn Pflastersteine mit einer Vorsatzschicht gefertigt werden, muss diese mindestens 4 mm dick sein. Vorsatz- und Kernbeton müssen fest miteinander verbunden sein.**
Fase	Als scharfkantig beschriebene Kanten dürfen abgeschrägt sein, wobei das waagerechte und senkrechte Maß 2 mm nicht überschreiten darf. Eine abgeschrägte Kante von mehr als 2 mm wird als Fase bezeichnet; ihre Maße sind vom Hersteller anzugeben.
Physikalische und mechanische Eigenschaften	Pflastersteine müssen zum Zeitpunkt, ab dem sie vom Hersteller gebrauchstauglich erklärt werden, die folgenden Anforderungen erfüllen.
Übereinstimmung/alt= Überwachung	Der Hersteller hat die Einhaltung der Anforderungen bzw. der erklärten Klassen nachzuweisen. → Fremdüberwachung braucht nicht mehr zu erfolgen.
Kennzeichnung	z.B. Auslieferung vor Gebrauchstauglichkeit: Produktionsdatum Gebrauchstauglichkeitsdatum Klassen z.B. Auslieferung nach Gebrauchstauglichkeit: Produktionsdatum Klassen

Weitreichende Interpretation möglich, hier wird i.d.R. vom Grad der optischen Beeinträchtigung gesprochen

„Das ist eine Sichtprüfung"

6.2 Natursteinpflaster nach DIN EN 1342

Da die Herstellung der Pflastermaterialien sehr arbeitsaufwendig ist werden Naturpflastersteine heute vorwiegend aus dem Ausland (u.a. China, Vietnam, Indien, Portugal, usw.) importiert. Fachgerecht bearbeitete Natursteine sind Grundlage für die Dauerhaftigkeit eines Pflasterbelages. Die DIN EN 1342 dient als Grundlage.

Nachstehende Details sind zu beachten:

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle muss der Lieferant die Maße „ständig“ kontrollieren. Druckfestigkeit, Wasseraufnahme und Rohdichte sind alle 2 Jahre zu überprüfen. Der Frost- und Tausalz-Widerstand mit Tausalz, Abriebwiderstand und Rutschwiderstand alle 10 zu überprüfen.

Es sollte in der Ausschreibung ausdrücklich formuliert werden, dass keine rostbildenden Mineralbestandteile enthalten sein dürfen.

Einige wichtige Auszüge aus der DIN EN 1342 werden im Folgenden dargestellt:

6.2 Natursteinpflaster nach DIN EN 1342

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Übersicht zu den Werkstoffeigenschaften

In dieser Norm sind keine Mindestwerte für die zu deklarierenden Werte für Werkstoffeigenschaften festgelegt worden. Dieser Nationale Anhang enthält zur Information eine Tabelle mit den Werten, die sich in Deutschland als praktikabel erwiesen haben.

Bauklasse nach RStO[B]	Frostbeständigkeit nach EN 12371	Druckfestigkeit[A] nach DIN EN 1926 MPa	Biegefestigkeit nach DIN EN 12372 MPa
RStO 5 und RStO 6	gefordert	80	5
RStO 4	Gefordert	80	8
RStO 3	gefordert	100	10

[A] Nach der Frostbeständigkeitsprüfung.
[B] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen.

Bei Einzelmaßnahmen von mehr als 3 000 m² sollte sich der Auftraggeber vorbehalten, Kontrollprüfungen aus den laufenden Materiallieferungen zu verlangen.

In dieser Norm werden die Größen der Pflastersteine nur in ihren Nennmaßen unterschieden. Die Einteilung der Pflastersteine in Größenklassen nach DIN 18502 ist entfallen.

Dementsprechend ist der Sprachgebrauch für Pflastersteine mit Nennmaßen von:

50 mm und 60 mm Mosaikpflaster;

70 mm, 80 mm, 90 mm und 100 mm Kleinpflaster;

darüber bis 300 mm Großpflaster.

Die Größenklassen waren mit Toleranzen in DIN 18502 geregelt. Diese bezogen sich nur auf gespaltene Pflastersteine. Die entsprechenden Toleranzen in DIN EN 1342 sind großzügiger. Diese für gespaltene Pflastersteine erweiterten Toleranzen (Klassen 1 und 2) haben zur Folge, dass ein Verlegen nach den Vorgaben der DIN 18318 erschwert, bei Reihenpflasterungen sogar unmöglich wird. Daher müssen hierfür bearbeitete oder teilweise bearbeitete Pflastersteine der Klasse 2 nach DIN EN 1342 bestellt werden.

Beispiel für die Großenbezeichnungen von würfelförmigen Pflastersteinen mit einer Kantenlänge von 9 cm (Nennmaß 90/90/90 mm):

Frühere Bezeichnung nach DIN 18502: Kleinpflasterstein 2-I nach DIN 18502 nur gespalten, Handelsbezeichnung: 8/10 cm (Güteklasse II: 8/11 cm)

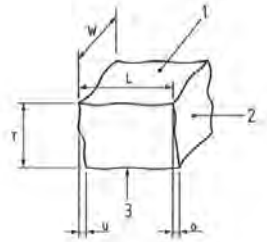
Jetzige Bezeichnung nach DIN EN 1342: Pflastersteine nach DIN EN 1342 80/80/90 mm, gespalten, FT1, T2

Tabelle 1 — Grenzabmaße der Nenn-Flächenmaße und der Nenndicke

Nennmaß		Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2
≤ 60 mm	Strukturiert	Keine Anforderungen	± 7 mm	± 5 mm
	Gehauen		± 10 mm	± 7 mm
> 60 mm ≤ 120 mm	Strukturiert		± 10 mm	± 5 mm
	Gehauen		± 15 mm	± 10 mm
> 120 mm	Strukturiert		± 10 mm	± 7 mm
	Gehauen		± 15 mm	± 12 mm

Eine Lieferung von Pflastersteinen, die ausdrücklich dafür bestimmt sind, strahlen- oder bogenförmig verlegt zu werden, darf ein Anteil der Gesamtlieferung an größeren, kleineren und trapezförmigen Pflastersteinen enthalten sein, deren Maße um nicht mehr als 10 % von den durch die festgelegten Grenzabmaße zulässigen Maßen abweichen.

6.2 Natursteinpflaster nach DIN EN 1342



Legende

1 Oberseite
2 Seitenfläche
3 Fußfläche

u Hinterschnitt der Seitenfläche
o Überschnitt der Seitenfläche
T Dicke
W Gesamtbreite

Bild 1 — Grenzabmaße der hinter- und überschnittenen Fläche

Tabelle 2 — Grenzabmaße vom Hinterschnitt der Seiten

Nennmaß	Klasse 0	Klasse 1		Klasse 2	
	Keine Anforderung	Höchstwert auf einer Seite	Höchstwert in Summe	Höchstwert auf einer Seite	Höchstwert in Summe
≤ 60 mm		10 mm	20 mm	5 mm	10 mm
> 60 mm ≤ 120 mm		15 mm	25 mm	10 mm	15 mm
> 120 mm		25 mm	30 mm	15 mm	20 mm

4.2.2.3 Unregelmäßigkeiten von gehauenen und grob strukturierten Sichtflächen

Bei der Bestimmung nach EN 13373:2003, 5.3, dürfen die Abweichungen von der Vertiefung und Erhebung der Sichtfläche die in Tabelle 3 angegebenen Grenzabmaße nicht überschreiten.

Tabelle 3 — Grenzabmaße von gehauenen und grob strukturierten Sichtflächen

	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2
Gehauen	Keine Anforderungen	± 10 mm	± 5 mm
Grob strukturiert		± 5 mm	± 3 mm

Auszug aus TL Pflaster StB 06/2015 und Auszug aus TL Pflaster StB 06

4.3.3 Zulässige Abweichungen von den Nenn-Flächenmaßen und von der Nenndicke

Siehe DIN EN 1342, Abschnitt 4.2.2.1, Tabelle 1

Bei Pflastersteinen, die im Bogen versetzt werden sollen, gelten die Anforderungen der Klasse 1 der DIN EN 1342, Tabelle 1.

Für Klein- und Mosaikpflaster, welches im Bogen verlegt werden soll, muss ein Anteil von etwa 20 % der Gesamtlieferung an größeren, kleineren und trapezförmigen Pflastersteinen enthalten sein, deren Flächenmaße um nicht mehr als 10 % von den durch die festgelegten Grenzabmaße zulässigen Maßen abweichen.

Für Großpflaster, welches in Reihe verlegt werden soll, muss ein Anteil von mindestens 10 % der Liefermenge aus Steinen bestehen, deren Länge das Nennmaß um mehr als 50 % überschreiten (Bindersteine).

Bei Pflastersteinen, die in Reihen versetzt werden sollen, gelten die Anforderungen der Klasse 2 der DIN EN 1342, Tabelle 1.

Folgende Abweichungen von der Nenndicke zwischen einer bearbeiteten und einer gespaltenen Fläche sind zulässig:

- Mosaikpflastersteine: ± 7 mm
- Kleinpflastersteine: ± 10 mm
- Großpflastersteine: ± 12 mm.

4.3.4 Hinter- und Überschnitt von Seitenflächen

Siehe DIN EN 1342, Abschnitt 4.2.2.2

Für allseits gespaltene Pflastersteine gelten für den Hinterschnitt die Anforderungen der Klasse 1 der DIN EN 1342, Tabelle 2.

Für bearbeitete Pflastersteine gelten für den Hinterschnitt die Anforderungen der Klasse 2 der DIN EN 1342, Tabelle 2.

Der Überschnitt sowie Wölbungen der Seitenflächen dürfen für die unterschiedlichen Pflasterdicken folgende Abmaße nicht überschreiten:

- Mosaikpflaster 3 mm,
- Kleinpflaster 5 mm und
- Großpflaster 7 mm.

4.3.5 Unregelmäßigkeiten von gehauenen und grob strukturierten Sichtflächen

Siehe DIN EN 1342, Abschnitt 4.2.2.3

Die Vertiefungen und Erhebungen der Sichtflächen dürfen die Anforderungen an die Grenzabmaße der Klasse 2 der DIN EN 1342, Tabelle 3 nicht überschreiten.

4.3.3 Zulässige Abweichungen von den Nenn-Flächenmaßen und von der Nenndicke

Siehe DIN EN 1342, Abschnitt 4.1.2.1, Tabellen 1 und 2

4.3.3.1 Zulässige Abweichungen von Nenn-Flächenmaßen

Bei Pflastersteinen mit einer Nenndicke bis 60 mm und über 60 mm bis unter 120 mm dürfen die Abweichungen von den Nenn-Flächenmaßen nicht mehr als ± 10 mm betragen. Bei Pflastersteinen, die in Reihen versetzt werden sollen, dürfen die Abweichungen nicht mehr als ± 5 mm betragen. Für Pflastersteine mit einer Nenndicke ab 120 mm gelten die Anforderungen der DIN EN 1342, Tabelle 1.

Die Lieferung von Pflastersteinen, die für eine Verlegung im Segmentbogen oder Schuppenverband vorgesehen sind, darf nicht nur würfelförmige Steine innerhalb der oberen und unteren zulässigen Abweichungen von den Nennmaßen der Oberseite, sondern muss auch 15 bis 20 Prozent Steine mit Zwischengrößen und trapezförmiger Oberfläche enthalten. Es dürfen bis zu 5 Prozent Steine, deren Gesamtlänge und Gesamtbreite die zulässigen Abweichungen von den Nennmaßen der Oberseite bis zu 10 mm über- oder unterschreiten, mitgeliefert werden.

Die Lieferung von Pflastersteinen mit einer Nenndicke ab 120 mm muss mindestens 10 Prozent Steine mit bis zu 300 mm Gesamtlänge enthalten, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes gefordert wird.

4.3.3.2 Zulässige Abweichungen von der Nenndicke

Bei Pflastersteinen mit einer Nenndicke bis unter 120 mm dürfen die Abweichungen von der Nenndicke nicht mehr als ± 10 mm betragen.

Die Abweichungen von der Nenndicke von Pflastersteinen mit einer Nenndicke ab 120 mm dürfen die Werte der Tabelle 22 nicht überschreiten.

Tabelle 22: Pflastersteine aus Naturstein mit einer Nenndicke ab 120 mm – Zulässige Abweichungen von der Nenndicke

Kennzeichnung	Klasse 2
	T2
zwischen zwei gespaltenen Flächen	± 15 mm
zwischen einer bearbeiteten und einer gespaltenen Fläche	± 10 mm
zwischen zwei bearbeiteten Flächen	± 5 mm

4.3.4 Hinterschnitt von gespaltenen Seitenflächen

Siehe DIN EN 1342, Abschnitt 4.1.2.2

Bei Pflastersteinen mit einer Nenndicke < 120 mm darf die Differenz zwischen dem Flächeninhalt der Oberseite und dem Flächeninhalt der Unterseite 30 % nicht überschreiten.

Metzing

6.3 Pflasterziegel nach DIN EN 1344

Die TL Pflaster-StB 06/2015 stellt an die Pflastermaterialien folgende Anforderungen:

Pflasterziegel müssen die Anforderungen der DIN EN 1344 für die ungebundene Verlegungsform einschließlich der Anforderungen an die Beurteilung der Konformität und die Kennzeichnung erfüllen. Pflasterklinker müssen außerdem die Anforderungen der DIN 18503 erfüllen. Soweit für die Produkteigenschaften die DIN EN 1344 die Auswahl einer bestimmten Klasse zulässt, ist nachfolgend jeweils eine Klasse als Mindestanforderung festgelegt.

Maßspanne

Keine Abweichungen größer Klasse R1, ≤ 0,6 √

Frost-Tau-Widerstand

Pflasterziegel der Klasse FP100 dürfen nach 100 Frost-Tau-Wechseln keine Schäden vom Typ 4 oder höher aufweisen, d.h. Oberflächenriss > 0,15 mm

Klasse FP100, Kennzeichnung FP100, Einstufung: widerstandsfähig gegen Frost-Tau-Wechsel

Biegebruchlast

Klasse T4, Mittelwert ≥ 80 N/mm, Kleinster Einzelwert ≥ 64 N/mm

Abriebwiderstand

Klasse A3, Mittleres Abriebvolumen ≤ 450 mm^3

6.3 Pflasterziegel nach DIN EN 1344

DIN18503 im Vergleich zur DIN EN 1344

<table>
<tr><th>Eigenschaft</th><th>DIN 18503</th><th colspan="3">DIN EN 1344</th></tr>
<tr><td>Abmessungen</td><td>Pflasterklinker im Rechteck- oder quadratischen Format werden für Fugenraster von 100 bis 300 mm hergestellt. Die Mindestdicke beträgt 40 mm.</td><td colspan="3">Die Nennmaße für Länge, Breite und Dicke sind in mm anzugeben. Beschreibung der Gebrauchsfläche erforderlich. Die Nenndicke muss mindestens 40 mm betragen. Das Verhältnis von Gesamtlänge zu Dicke darf den Wert von 6 nicht überschreiten.</td></tr>
<tr><td>Maßtoleranzen</td><td>Länge, Breite ± 6 mm; Dicke ± 2 mm</td><td colspan="3">Der Mittelwert einer Probe von 10 Pflasterklinkern darf nicht größer sein als 0,4 d (gerundet auf 1 mm), wobei „d“ das Nennmaß in mm ist.
Die Differenz zwischen dem größten und kleinsten Messwert für jedes angegebene Maß muss als Klasse angegeben werden:
Klasse R0: Keine Anforderung
Klasse R1: 0,6 √d</td></tr>
<tr><td>Biegezugfestigkeit
Biegebruchlast</td><td>Mittelwert: 10 N/mm²
Einzelwert: 8 N/mm²</td><td colspan="3">Die Biegebruchlast darf die folgenden Werte bei der Prüfung einer Probe von 10 Pflasterziegeln nicht unterschreiten:</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Klasse</td><td>Mittelwert
[N/mm]</td><td>Kleinster
Einzelwert
[N/mm]</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>T0</td><td>Keine Angabe</td><td>Keine Angabe</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>T1</td><td>30</td><td>15</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>T2</td><td>30</td><td>24</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>T3</td><td>80</td><td>50</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>T4</td><td>80</td><td>64</td></tr>
</table>

6.3 Pflasterziegel nach DIN EN 1344

DIN18503 im Vergleich zur DIN EN 1344

Schleifverschleiß	Max. 20 $cm^3/50\ cm^2$	Der Abriebwiderstand wird in Klassen eingeteilt: Klasse A1: 2100 mm^3 Klasse A2: 1100 mm^3 Klasse A3: 450 mm^3
Säurebeständigkeit	Säurebeständigkeit, zulässiger Gewichtsverlust max. 6%	Sofern Säurebeständigkeit gefordert ist, darf der Masseverlust nicht mehr als 7% betragen.
Gleit-/Rutsch-Widerstand	Keine Anforderung	Nach Prüfung mit dem Pendelgerät (gemessen an unpolierten Pflasterziegeln) werden die Werte in unterschiedliche Klassen eingeteilt: Klasse U0: Keine Anforderungen Klasse U1: 35 Klasse U2: 45 Klasse U3: 55
Frost-Tausalzwiderstands-fähigkeit	Frost- und Tausalz-Widerstandsfähigkeit gefordert.	Der Frost-Tau-Widerstand ist als Klasse anzugeben: **Klasse F0: Keine Anforderung** **Klasse FP100: Widerstandsfähig gegen Frost- und Tauwechsel**

7. Allgemeines

7.1 Allgemeines (Auszüge aus DIN 18318, Ausgabe 2019)

3.1.3 Bei ungeeigneten Bedingungen, die sich aus der Witterung ergeben, z.B. Temperaturen unter 5°C und Temperaturen über 25°C bei gebundenen Pflasterdecken, Plattenbelägen, Einfassungen oder Entwässerungsrinnen, sind in Abstimmung mit dem Auftraggeber besondere Vorkehrungen zu treffen. Die erforderlichen Leistungen sind Besondere Leistungen (siehe Abschnitt 4.2.13).

3.1.4 Gefährdete bauliche Anlagen sind zu sichern. Bei Schutz- und Sicherungsmaßnahmen sind die Vorschriften der Eigentümer oder anderer Weisungsberechtigter zu beachten. Die erforderlichen Leistungen sind Besondere Leistungen (siehe Abschnitt 4.2.1).

3.1.7 Zusammenhängende Flächen sind mit Pflastersteinen oder Platten gleicher Nenndicke auszuführen. Gleiches gilt für die Kombination aus Pflastersteinen und Platten.

3.1.8 Pflasterdecken und Plattenbeläge sind mit einem gleichmäßigen Fugenbild im Reihenverband mit versetzten Fugen herzustellen. Der Versatz der Steine muss ≥ 1/4 der Länge der Steine und Platten betragen.

Pflasterziegel und Pflasterklinker sind flach zu verlegen.

3.1.9 Bei annähernd rechtwinkligen Anschlüssen sollte die gekürzte Seite von Passstücken ≥ 1/3 der größten Kantenlänge und ≥ 1/2 der Dicke des unbearbeiteten Steines bzw. der unbearbeiteten Platte betragen.

7. Allgemeines

7.1 Allgemeines (Auszüge aus DIN 18318, Ausgabe 2019)

3.1.10 Bei begehbaren Flächen beträgt die Mindestneigung

- 1,5%, wenn Pflastersteine aus Beton, Platten aus Beton, Pflasterklinker, Pflasterziegel oder bearbeitete Pflastersteine oder Platten aus Naturstein und
- 2%, wenn unbearbeitete oder spaltraue Pflastersteine aus Naturstein verwendet werden.

3.1.11 Bei befahrbaren Flächen beträgt die Mindestneigung

- 2%, wenn Pflastersteine aus Beton, Platten aus Beton, Pflasterklinker, Pflasterziegel, Bearbeitete Pflastersteine oder Platten aus Naturstein und
- 3%, wenn unbearbeitete oder spaltraue Pflastersteine aus Naturstein verwendet werden.

3.1.12 Werden Neigungen vorgegeben, sind Abweichungen von ± 0,4% zulässig; die im Abschnitt 3.1.10 und 3.1.11 angegebenen Mindestneigungen dürfen nicht unterschritten werden.

3.1.13 Randeinfassungen mit Bordsteinen oder anderen Steinen sind höhen- und fluchtgerecht herzustellen. Abweichungen der Oberfläche von der Sollhöhe und von der Bezugsachse dürfen an keiner Stelle mehr als 20mm betragen.

3.1.14 Abweichungen von der Flucht in Auftritt- und Vorderflächen an den Stoßfugen von Einfassungen mit ebener Oberfläche dürfen nicht mehr als 2mm, mit spaltrauer Oberfläche nicht mehr als 5 mm, betragen.

7. Allgemeines

7.1 Allgemeines (Auszüge aus DIN 18318, Ausgabe 2019)

3.1.15 Pflasterdecken und Plattenbeläge sind höhengleich herzustellen, zwischen benachbarten Steinen oder Platten sind Absätze und Höhenversprünge bis 2mm, bei unbearbeiteten, spaltrauen und grob bearbeiteten Steinen oder Platten bis 5mm zulässig.

3.1.16 Pflasterdecken und Plattenbeläge müssen 7mm ± 3mm über der Oberfläche von angrenzenden Einbauten, Randeinfassungen, Abläufen und Entwässerungsrinnen liegen.

3.1.17 Die Ebenheitsanforderungen für Pflasterdecken und Plattenbeläge nach Tabelle 5 sind einzuhalten.

7. Allgemeines

7.1 Allgemeines (Auszüge aus DIN 18318 sowie ZTV Pflaster-StB 20)

Tabelle 5 (DIN 18318) – Ebenheitsanforderungen

Nutzungs-abgrenzung nach der größten Verkehrsbelastung	Pflasterdecken, Plattenbeläge aus	Neigung %	Ebenheitsanforderungen Stichmaß [mm] und der		
			1-m-Latte	2-m-Latte	4-m-Latte
Begehbar	Pflastersteinen, Platten aus Beton, Pflasterklinkern, Pflasterziegel, bearbeitetem Naturstein	≥ 1,5 < 2,0	≤ 3	≤ 5	≤ 8
		≥ 2,0 < 2,5	≤ 4	≤ 6	≤ 10
		≥ 2,5	≤ 8	≤ 10	≤ 12
	Unbearbeitetem und spaltrauem Naturstein	≥ 2,0 < 2,5	≤ 5	≤ 7	≤ 10
		≥ 2,5	≤ 10	≤ 12	≤ 20
Befahrbar	Pflastersteinen, Platten aus Beton, Klinkern, Ziegeln, bearbeitetem Naturstein	≥ 2,0 < 2,5	≤ 3	≤ 5	≤ 8
		≥ 2,5	≤ 4	≤ 6	≤ 10
	Unbearbeitetem und spaltrauem Naturstein	≥ 3,0	≤ 10	≤ 12	≤ 15

Tabelle 1 (ZTV Pflaster-StB 20) – Ebenheitsanforderungen

Tabelle 1: Zulässige Abweichungen von der Ebenheit von Pflasterdecken und Plattenbelägen

Nutzung	Pflasterdecken, Plattenbeläge aus	Neigung[1] [%]	Ebenheitsanforderungen[2] Stichmaß [mm] unter der:	
			2-m-Latte	4-m-Latte
Geh- und Radwege	Pflastersteinen, Platten aus Beton, Pflasterklinkern, Pflasterziegel, bearbeitetem Naturstein	≥ 1,6 < 2,0	≤ 5	≤ 8
		≥ 2,0 < 2,5	≤ 6	≤ 10
		≥ 2,5	≤ 8	≤ 12
	unbearbeitetem und spaltrauem Naturstein	≥ 2,0 < 2,5	≤ 7	≤ 10
		≥ 2,5	≤ 12	≤ 20
Fahrbahnen	Pflastersteinen, Platten aus Beton, Klinkern, Ziegeln, bearbeitetem Naturstein	≥ 2,0 < 2,5	≤ 5	≤ 8
		≥ 2,5	≤ 6	≤ 10
	unbearbeitetem und spaltrauem Naturstein	≥ 3,0	≤ 10	≤ 15

[1] an der Messstelle vorhandene abflusswirksame Neigung

[2] Abweichungen von der Ebenheit werden nach den „Technischen Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung, Teil: Berührende Messungen" (TP Eben – Berührende Messungen) mit der Richtlatte und einem 30 cm-Messkeil gemessen. Die Messungen mit der 2-m-Latte erfolgen in Anlehnung an die TP Eben – Berührende Messungen. Interpolationen sind nicht zulässig.

7.2 Grundlegendes für eine Pflasterdecken und Plattenbeläge

Auflistung von Grundlagen für Planung und Ausführung

Thema	Beschreibung	Regelwerk	Bemerkung
Platten- und Steinabmessungen	Gegenstand des Merkblattes ist die Verarbeitung von Pflastersteinen mit einer maximalen Kantenlänge von mehr als 400 mm und von Platten mit einer maximalen Kantenlänge von 600 mm (Dicke < 120 mm, Verhältnis L/D > 4.	M FP R2 Abschnitt 3	-
Unebenheit der Unterlage	Es wird empfohlen eine maximale Unebenheit von 1 cm bezogen auf eine 4 m lange Messstrecke zuzulassen.	DIN 18318	Wichtig: Auf neue Tabelle in DIN 18318 achten. Empfehlenswert für eine einheitliche Bettungsdicke.
Wasserdurchlässigkeit	Eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Tragschichten muss gegeben sein. Nach bisherigem Kenntnisstand kann dies angenommen werden, wenn die Unterlage einen Infiltrationsbeiwert von K_f-≥. 10^{-5} m/s aufweist.	ZTV Pflaster-StB 20, Ziffer 1.4.2.2 Unterlage	Empfehlenswert ist eine höhere Wasserdurchlässigkeit mit einem.

7.2 Grundlegendes für eine Pflasterdecken und Plattenbeläge

Auflistung von Grundlagen für Planung und Ausführung

Thema	Beschreibung	Regelwerk	Bemerkung
Verkehrsbelastung	Belastungsklasse 3,2, d.h. 3,2 Millionen äquivalente 10 t Achslasten	RStO 12	-
Verkehrsfreigabe	Pflasterdecken oder Plattenbeläge sind erst dann für den Verkehr freizugeben, wenn Ihre Bettung und deren Unterlage nach dem Einschlämmen ausreichend abgetrocknet sind. *Sofern bei der Pflasterdecke oder dem Plattenbelag nach der Abnahme fehlendes Fugenmaterial ersetzt werden soll, so ist hierüber ein separater Wartungsvertrag zu schließen.*	ZTV Pflaster-StB 20, 3.9 Verkehrsfreigabe	-
Erhaltung	Für die Erhaltung wird auf das Merkblatt (M BEP) verwiesen.	ZTV Pflaster-StB 20, 3.9 Verkehrsfreigabe	Auf die Fugenpflege sollte bereits in der Planungsphase aufmerksam gemacht werden.
Dicke der Schichten	Dicke der Pflasterdecke und des Plattenbelages	ZTV Pflaster-StB 20, Abschnitt 1.4.3	

7.2 Grundlegendes für eine Pflasterdecken und Plattenbeläge

Auflistung von Grundlagen für Planung und Ausführung

Thema	Beschreibung	Regelwerk	Bemerkung
Einfassungen und Entwässerungs-einrichtungen	**3.6 Einfassungen, Entwässerungsrinnen** **3.6.1 Fundamente und Rückenstützen** Für Fundamente und Rückenstützen bei befahrbaren Flächen ist Beton mit einer Zusammensetzung entsprechend einem C 20/25, bei begehbaren Flächen ist Beton mit einer Zusammensetzung entsprechend einem C 16/20 zu verwenden. Die Rückenstütze ist in Schalung herzustellen. Der Beton für Fundament und Rückenstütze ist zu verdichten. Die Rückenstütze ist bis 2/3 der Höhe der Einfassung herzustellen. Bei angrenzenden Flächenbefestigungen richtet sich die Höhe der Rückenstütze nach der Art der Flächenbefestigung. Die Oberfläche der Rückenstütze ist nach außen abzuschrägen. Die Dicke des Fundamentes muss bei befahrbaren Flächen ≥ 200mm, bei begehbaren Flächen ≥ 80mm betragen. Die Breite der Rückenstütze muss bei befahrbaren Flächen 150mm ± 20mm, bei begehbaren Flächen 80mm ±20mm betragen. **3.6.2 Einfassungen** Bord- und Einfassungen sind mit 4mm ± 2mm breiten Fugen zu versetzen, die nicht verfugt werden. Bordsteinfassungen mit Radien < 12m sind aus Kurvensteinen herzustellen. Bei Radien ≥ 12m und < 20m sind gerade Bordsteine mit einer Länge von 0,50m, bei Radien ≥ 20m sind gerade Bordsteine mit einer Länge von 1m zu verwenden.	DIN 18318, Abschnitt 3.6.1 und 3.6.2	

7.2 Grundlegendes für eine Pflasterdecken und Plattenbeläge

Auflistung von Grundlagen für Planung und Ausführung

Thema	Beschreibung	Regelwerk	Bemerkung
Einfassungen und Entwässerungs-einrichtungen	**3.6.3 Entwässerungsrinnen** Das Längsgefälle von Entwässerungsrinnen muss ≥ 0,5% betragen. Die Abweichung der Ebenheit von Entwässerungsrinnen darf bei Messung nach TP Eben – Berührende Messungen mit 4-m-Richtlatte nicht mehr als 5 mm betragen. Entwässerungsrinnen, z.B. aus Pflastersteinen, Platten, Muldensteinen, Bordrinnensteinen, sind mit Fugenbreiten von 10mm ± 5mm, bei Verwendung von spaltrauem Pflaster aus Naturstein von 15mm ± 5mm, herzustellen. Die Fugen sind bis mindestens 4mm und höchstens 1mm unter den oberen Rand der Elemente der Entwässerungsrinne bzw. bis zur unteren Kante etwaig vorhandener Fasen, Rundungen oder dergleichen mit Fugenstoff zu füllen, der die Anforderungen nach Tabelle 3 erfüllt. Bei angrenzenden Einfassungen sind Bewegungsfugen im Abstand ≤ 12m, bei befahrenen Entwässerungsrinnen im Abstand von 4m bis 6m, durchgängig durch Rinne und Fundament einschließlich der ggf. vorhandenen Rückenstütze herzustellen. Bei einer angrenzenden Einfassung müssen Bewegungsfugen der Entwässerungsrinne an gleicher Stelle in der Einfassung einschließlich deren Fundament und Rückenstütze ausgebildet werden. Bewegungsfugen sind mindestens 8mm und höchstens 15mm breit sowie rückstellfähig auszuführen. Werden Entwässerungsrinnen gelichzeitig als Randeinfassung verwendet, sind sie mit einer Rückenstütze nach Abschnitt 3.6.1 herzustellen. Werden Straßenabläufe in der Rinne gesetzt, so ist vor und hinter jedem Straßenablauf ebenfalls eine Bewegungsfuge herzustellen.	DIN 18318, Abschnitt 3.6.3	

ZTV Pflaster StB 20, 3.6 Einfassungen und Entwässerungsrinnen

3.6 Einfassungen und Entwässerungsrinnen

Siehe DIN 18318.

Die Mengen des für die Herstellung der Fundamente und Rückenstützen anzuliefernden bzw. auf der Baustelle herzustellenden Frischbetons sind auf die Einbauleistung derart abzustimmen, dass die jeweiligen Verarbeitungszeiten des Frischbetons unter Berücksichtigung der gerade vorherrschenden Witterungsverhältnisse eingehalten werden.

Es ist eine auf die gerade vorherrschenden Witterungsbedingungen abgestimmte Nachbehandlung des eingebauten Betons für Fundament und Rückenstütze durchzuführen.

Bei Einfassungen von Verkehrsflächen ab einer Belastungsklasse Bk1,8 gemäß den RStO sowie regelmäßig von Schwerverkehr überfahrenen Einfassungen und bei Entwässerungsrinnen sind die Bauteile in den frischen, das heißt noch verarbeitbaren Fundamentbeton unter Verwendung eines Haftvermittlers an der Unterseite der Bauteile zu versetzen.

Ein Haftvermittler ist ein Bauprodukt zur Verbesserung des Haftverbundes an der Grenzfläche zwischen Bauteilen, welches in geeigneter Konsistenz auf der Unterseite des zu versetzenden Bauteiles aufgebracht wird und nach dem Versetzen des Bauteiles auf dessen Unterlage hydraulisch erhärtet.

Einfassungen, bei denen die Einfassungselemente mit Fugenmörtel verfugt werden, sind mit Bewegungsfugen im Abstand von 6 m bis 8 m und an Einbauten durchgehend durch Fundament und Rückenstütze herzustellen.

Die Fugen zwischen den Bauteilen von Entwässerungsrinnen sind vollständig mit Pflasterfugenmörtel zu schließen.

Bezüglich der Anforderungen an den Pflasterfugenmörtel und dessen Verarbeitung sowie der Nachbehandlung ist das „Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung" (M FPgeb) zu beachten.

Bei Entwässerungsrinnen sind die Bewegungsfugen im Abstand von 6 m bis 8 m durchgehend durch Einfassung, Entwässerungsrinne, Fundament und Rückenstütze herzustellen.

Für Bewegungsfugen sind reversibel komprimierbare Einlagen zu verwenden. In den oberen 3 cm der Bewegungsfuge der Entwässerungsrinne ist eine elastische Pflasterfugenmasse gemäß den ZTV Fug-StB einzubauen. Bei Bordsteinen ist ein dauerhaft rückstellfähiges Profil entsprechend dem Bordsteinprofil einzubauen.

DIN 18318, 3.2.2 Bettung und ZTV Pflaster StB 20, 3.8.3 Dicke der Bettung

3.2.2 Bettung

Die Dicke der Bettung muss im verdichteten Zustand 40 mm ± 10 mm betragen, bei Verwendung von spaltrauen Pflastersteinen oder Platten aus Naturstein 50 mm ± 15 mm.

Es ist eine Gesteinskörnung oder ein Gesteinskörnungsgemisch 0/5 mm zu verwenden.

Für befahrbare Flächen muss die Gesteinskörnung oder das Gesteinskörnungsgemisch nachfolgende Anforderungen erfüllen:

- Schlagzertrümmerungswert SZ_{22} bzw. Los Angeles Koeffizient LA_{25} nach DIN EN 13242,
- Fließkoeffizient E_{CS} 35 nach E DIN EN 13242:2015-07,
- Anteil gebrochene Oberfläche $C_{90/3}$ nach DIN EN 13242.

3.8.3 Dicke der Bettung

Siehe DIN 18318.

Die Dicke der Bettung darf unabhängig von der Dicke des Befestigungselementes im fertigen Zustand um nicht mehr als ± 1 cm von der nach dem Abschnitt 1.4.3 vereinbarten Dicke abweichen.

Die Dicke der Bettung muss im verdichteten Zustand an jeder Stelle mindestens 2,0 cm und maximal 5,0 cm betragen.

Bei Natursteinpflaster und Natursteinplatten mit einer Nenndicke ≥ 120 mm und spaltrauer Unterseite darf die Bettung im fertigen Zustand gegenüber der nach dem Abschnitt 1.4.3 vereinbarten Dicke um nicht mehr als 1,5 cm unterschritten und um nicht mehr als 1,0 cm überschritten werden.

Bei Natursteinpflaster und Natursteinplatten mit einer Nenndicke ≥ 120 mm und spaltrauer Unterseite muss die Bettung im verdichteten Zustand an jeder Stelle mindestens 3,0 cm und maximal 6,0 cm betragen.

DIN 18318, 3.2.3 Fugen und ZTV Pflaster StB 20, 3.8.4 Fugenbreite

3.2.3 Fugen

3.2.3.1 Die Fugen von Pflasterdecken und Plattenbelägen sind

- mit einer Breite von 4 mm ± 2 mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten ≤ 100 mm Nenndicke,
- mit einer Breite von 6 mm ± 3 mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten > 100 mm Nenndicke,

herzustellen.

3.2.3.2 Die Fugen von Pflasterdecken und Plattenbelägen aus Naturstein mit nicht gesägten Seitenflächen sind

- mit einer Breite von 10 mm ± 5 mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten ≤ 120 mm Nenndicke,
- mit einer Breite von 15 mm ± 5 mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten > 120 mm Nenndicke,

herzustellen.

Bei spaltrauen Natursteinen sind einzelne punktuelle Kontaktstellen zulässig.

3.3 Fugen

Pflasterdecken und Plattenbeläge mit Befestigungselementen kleiner 120 mm Nenndicke aus Beton, Ziegel und Klinker sowie Natursteinen mit gesägten oder strukturierten Seitenflächen müssen mit einer Fugenbreite von 4 mm hergestellt werden; bei Nenndicken ab 120 mm sind Fugen mit einer Breite von 6 mm herzustellen.

3.8.4 Fugenbreite

Bei Pflasterdecken und Plattenbelägen mit Befestigungselementen kleiner 120 mm Nenndicke aus Beton, Ziegel und Klinker sowie Natursteinen mit gesägten oder strukturierten Seitenflächen darf die Fugenbreite gegenüber der unter dem Abschnitt 3.3 genannten Fugenbreite um ± 1 mm, bei Nenndicken ab 120 mm um ± 2 mm, abweichen.

Bei Pflasterdecken und Plattenbelägen mit Befestigungselementen aus Natursteinen mit gespaltenen Seitenflächen dürfen die in Abschnitt 3.3 genannten Fugenbreiten nicht überschritten werden.

Sofern bei Anschlüssen zugearbeitete Befestigungselemente verwendet werden, dürfen die hier entstehenden Fugen an der breitesten Stelle die Fugenbreiten gemäß Abschnitt 3.3 um nicht mehr als 5 mm überschreiten, jedoch darf eine maximale Fugenbreite von 20 mm nicht überschritten werden.

ZTV Pflaster StB 20, 3.3 Fugen

An den Pflastersteinen angeformte Abstandhilfen oder sonstige angeformte Profile geben nicht das Maß der Fugenbreite vor.

Angeformte Abstandhilfen oder sonstige angeformte Profile können die Mindestfugenbreite und die Kraftübertragung durch die gefüllte Fuge nicht ersetzen. Bei Verwendung von Befestigungselementen mit angeformten Abstandhilfen oder sonstigen angeformten Profilen, ist darauf zu achten, dass zwischen den Befestigungselementen ausreichend Raum für das Verfüllen mit einem geeigneten Fugenmaterial zur Verfügung steht.

7.3 Wasserdurchlässigkeit und Oberflächenwasserabfluss

Der Oberflächenwasserabfluss sowie die Wasserdurchlässigkeit hängt u.a. von folgenden Faktoren ab:

1. Fugenbreite
2. Steinformat
3. Verwendetes Fugenmaterial
4. Gefälleverhältnisse
5. Lagerungsdichte des Fugenmaterials

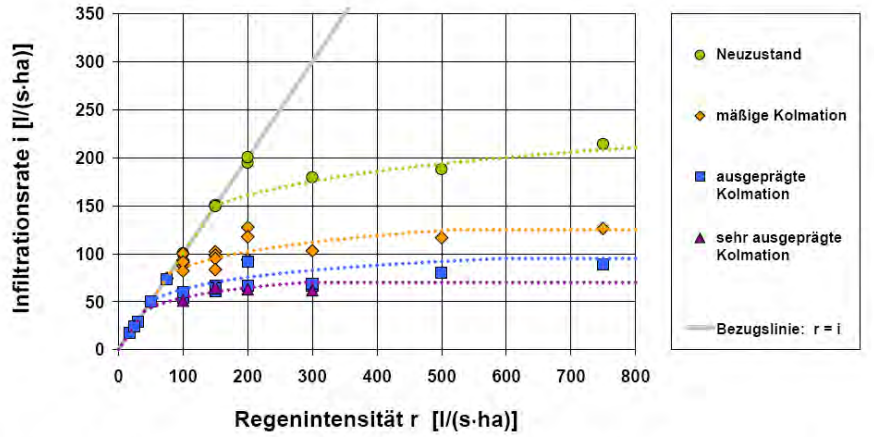
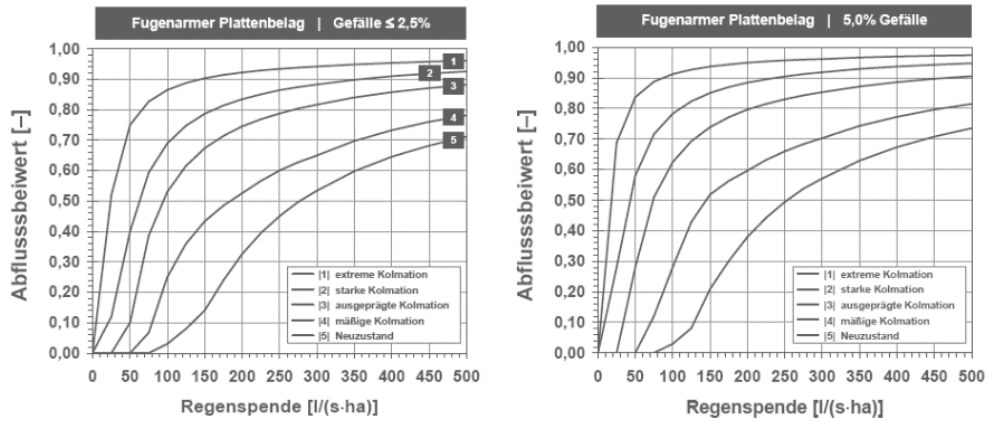
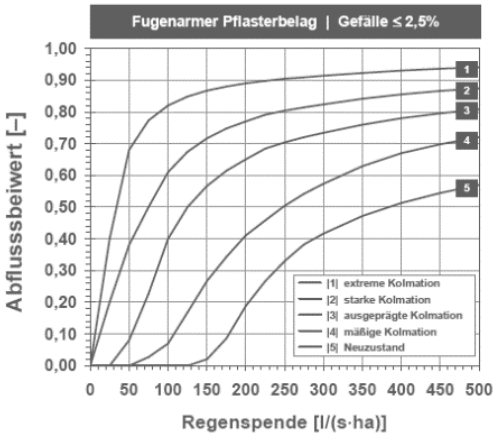


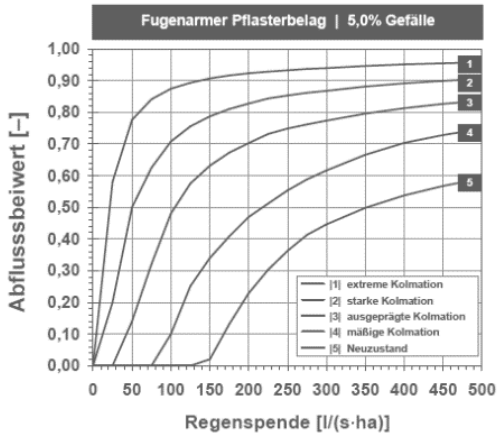
Abbildung 17: Korrelation zwischen Infiltrationsrate und Niederschlagsintensität am Beispiel eines fugenarmen Verbundpflasters mit 2,5% Gefälle für die Dauerstufe D = 20 min

3.2 Wasserdurchlässigkeit und Oberflächenwasserabfluss



Abflussbeiwerte in Abhängigkeit von Oberflächengefälle, Kolmationsgrad und Regenintensität für fugenarm verlegte Plattenbeläge (Fugenanteil ≤ 3%)



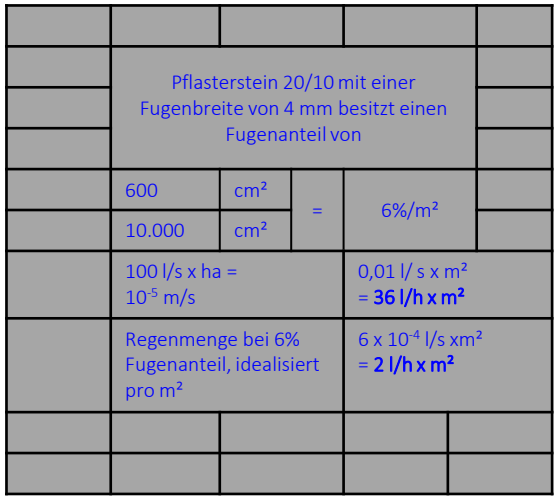


Abflussbeiwerte in Abhängigkeit von Oberflächengefälle, Kolmationsgrad und Regenintensität für fugenarm verlegte Plattenbeläge (Fugenanteil 3%-6%)

7.3 Wasserdurchlässigkeit

Die Gesamtkonstruktion muss wasserdurchlässig ausgebildet werden, damit unvermeidbar eindringendes Wasser, insbesondere im ersten Zeitraum der Nutzungsdauer, in die darunterliegenden Schichten abgeführt werden kann!!!

ZTV Pflaster-StB 20: Die Herstellung von Pflasterdecken und Plattenbelägen setzt voraus, dass die Unterlage geeignet ist, insbesondere muss sie ausreichend tragfähig, wasserdurchlässig und eben sein.



Schematische Darstellung des Fugenanteils bei 1 m² Pflaster bei einem Reihenverband

Planungsgrundsatz:

Eine Verkehrsflächenbefestigung mit Pflasterdecken und Plattenbelägen sollte mit einem entsprechenden Vorhaltemaß an Wasserdurchlässigkeit konzipiert werden, damit eintretende Verschmutzungen das Porenvolumen nicht vollständig schließt. Je höher die Belastung, desto besser sollte die Wasserdurchlässigkeit sein!!! Eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit liegt nach eigener Erfahrung vor, wenn beim Neubau 1 x 10^{-4} m/s, das entspricht ca. 6,00 mm/min., im Untergrund versickern. Je geringer die Gefälleverhältnisse der Pflasterfläche, desto besser muss die Wasserdurchlässigkeit sein.

7.4 Wahl der Bauweise

Bereits in der Planungsphase muss die Wahl für die Bauweise fallen:

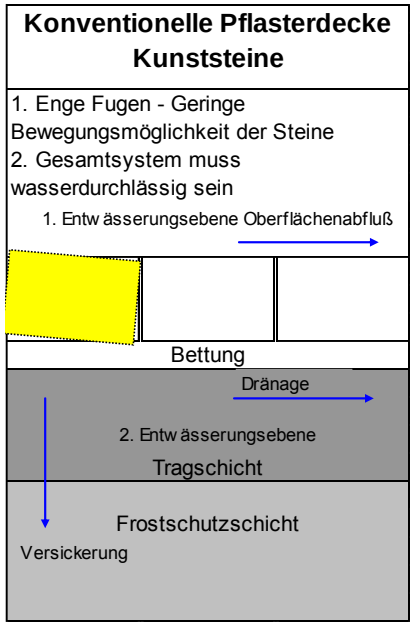
Ungebundene Bauweise		**Gebundene Bauweise**	
Wahl u.a. abhängig von der Verkehrsbelastung			
Vor- und Nachteile		Vor- und Nachteile	
+	-	+	-
• Unproblematische Herstellung • Unproblematisch bei Reparaturarbeiten, u.ä. • Geringe Herstellungskosten	• Fugenentleerung durch Oberflächenwasser, Pump- und Sogwirkung, Reinigungsmaschine, u.ä. • Staubentwicklung im Sommer	• Unproblematische Reinigung der Fläche, u.ä. • Für hohe Verkehrslasten geeignet • Verkehrssicherungs-pflicht durch gefüllte Fugen stets erfüllt	• Arbeiten im Hochsommer, Nachbehandlung, u.ä. • Reparaturarbeiten schwierig • Erfordert handwerkliches Können

Ungebunden	**Gebunden**
Schottertragschicht, ungebundene Bettung, ungebundene Fuge Wasserdurchlässige Asphalttragschicht, ungebundene Bettung, ungebundene Fuge Dränbetontragschicht, ungebundene Bettung, ungebundene Fuge	Dränbetontragschicht, Dränmörtelbettung, Zementfuge

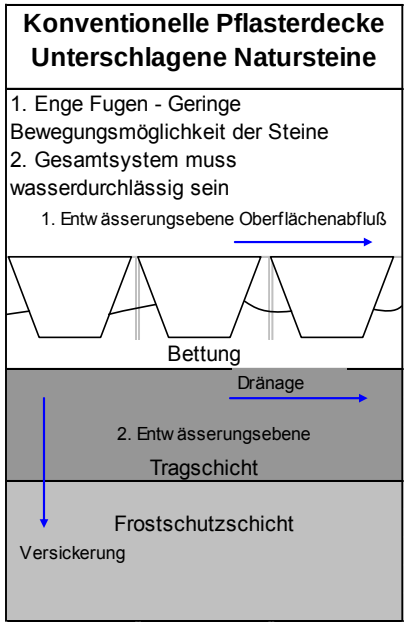
Schematische Darstellung zur Wahl der Bauweise

7.4 Betonpflaster, Pflasterziegel, Plattenbeläge und Natursteinbeläge

Der Planungsgrundsatz des Straßenbaus lautet, das Eindringen von Wasser in die Konstruktion ist zu vermeiden, weil die Gesamtkonstruktion im durchnässten Zustand instabil ist.



Aufbau einer „Kunstpflasterstein“-Fläche



Aufbau einer „Natursteinpflaster“-Fläche

7.5 Tragschichten

7.5.1 Schottertragschicht und Frostschutzschicht

Für die ungebundene Tragschicht sind folgende Regelwerke zu beachten:
ZTV SoB-StB 2020, TL SoB-StB 2020 und TL Gestein-StB 04/2018 sowie TL-Pflaster-StB 06/2015.

Gemäß ZTV SoB-StB 2020 werden folgende Anforderungen an Tragschichten unter Pflasterdecken gestellt:

- Der Ungleichförmigkeitsgrad (U = D60/D10) muss ≥ 13 sein.
- Die Filterstabilität ist nachzuweisen (siehe hierzu ZTV Pflaster-StB 2020)
- Der Feinanteil < 0,063 mm darf im eingebauten Zustand bei Kies- und Schottertragschichten nicht mehr als 7 M.-% und bei Schottertragschichten unter Betondecken nicht mehr als 5 M.-% sein. → Als „Standard“ sind somit 7 M.-% im eingebauten Zustand definiert. Für Frostschutzschichten gilt: Wenn Grundwasser bis in die Höhe des Planums aufsteigen kann, ist der untere Teil der Frostschutzschicht in einer Dicke von mindestens 20 cm so herzustellen, dass der Feinanteil < 0,063 mm im eingebauten Zustand nicht mehr als 5 M.-% beträgt.

Gemäß TL SoB-StB 2020 sind folgende grundlegende Bezeichnungen für die Körnungen (0/2, 0/4, 0/8, 0/11, 0/16, 0/22, 0/32, 0/45, 0/45, 0/63) zu beachten:

- Anforderungen an den maximalen Feinkornanteil Anteil < 0,063 mm ≤ 5 M.-% entspricht der Kategorie UF5
- Anforderungen an den maximalen Feinkornanteil Anteil < 0,063 mm ≤ 3 M.-% entspricht der Kategorie UF3

Gemäß TL Gestein-StB 2018 sind folgende grundlegende Bezeichnungen für die Körnungen zu beachten:

- Plattigkeitskennzahl ≤ 15 entspricht der Kategorie FI15
- Anforderungen an den Anteil gebrochener Körner 90-100 M.-% Kategorie C100/0
- Anforderungen an die Schlagzertrümmerungswert ≤ 18 entspricht der Kategorie SZ18
- Anforderungen an den Widerstand gegen Frostbeanspruchung ≤ 1 M.-% entspricht der Kategorie F1
- Wenn erforderlich ist der Widerstand gegen Frost- und Tausalz-Beanspruchung nach DIN EN 1367-1, Anhang B, zu bestimmen. Die Widerstandsfähigkeit wird erreicht, wenn die Absplitterungen höchstens 2 M.-% betragen.

7.5 Tragschichten

7.5.1 Schottertragschicht und Frostschutzschicht

Die **RiLi Pflaster- und Plattendecken** macht zur ungebundenen Tragschicht folgende grundlegende Aussagen:

Gemäß ZTV SoB-StB sind Baustoffgemische der Lieferkörnungen 0/32, 0/45 oder 0/56 mm zu verwenden.

Es wird empfohlen, Kies- oder Schottertragschichtmaterial mit einem Feinanteil von maximal 4 M.-% im Anlieferzustand zu verwenden. Im eingebauten Zustand darf der Feinanteil < 0,063 mm maximal 5 M.-% betragen.

Die Wasserdurchlässigkeit hat im eingebauten Zustand mindestens 10^{-4} m/s zu betragen. Geprüft mit Infiltrometer durch Ermittlung des Wasserschluckwertes im Feldversuch oder aber mit eine Baustellenprüfung. Wenn dies nicht erreicht wird, sind besondere Maßnahmen (z.B. Austausch des Materials) zur Wasser-abführung erforderlich.

Genaue Spezifikationen sind der RiLi zu entnehmen.

Idealerweise erfolgt der Einbau der oberen Schottertragschicht mit dem Straßenfertiger

Ausführungshinweise

- Tragschichten ohne Bindemittel und Schichten aus frostunempfindlichen Material sollen nicht für längere Zeit unmittelbar befahren werden oder ungeschützt über den Winter liegen bleiben. Kann dies nicht vermieden werden, sind entsprechende Maßnahmen vorzusehen.
- Die Tragschicht ist so herzustellen, dass Ihr Trag- und Verformungsverhalten möglichst gleichmäßig ist. Dazu ist das Baustoffgemisch so zu entladen und einzubauen, dass keine schädliche Entmischung auftritt.

Schottertragschicht gemäß ZTV SoB-StB 04

Der Einbau einer Schottertragschicht gemäß
ZTV SoB-StB 2020 kann zu Problemen führen. Aus diesem Grund sollte bereits in der Ausschreibung eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit des Materials (gemäß DIN 18130 - 10^{-2} bis 10^{-4} m/s) vorgegeben werden, die Vorgabe des Feinkornanteils von UF4 hat sich aus bautechnischer Sicht als sinnvoll erwiesen, Die Festigkeit des Gesteins sowie der Widerstand gegen Frost- und Tausalz sollte zudem in der Leistungsbeschreibung gefordert werden.
Ein genormtes Prüfverfahren zur Prüfung der Wasserdurchlässigkeit im eingebauten Zustand existiert nicht.

Ausführungshinweise

Betonartiger Kalksteinschotter

Hinweise für eine praxisnahe Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit:
Prüffläche 1,80 m x 2,50 m
10 l/4,50 m² = 2,2 l/m²
Bei einer Versickerungsdauer an der schlechtesten Stelle von 70 Sekunden entspricht dies einer Regenspende von 310 l/s x ha.

Der Einbau von Kalksteinschotter, insbesondere bei Regenwetter kann zu Problemen führen. Die Feinanteile werden beim Verdichten nach oben gezogen, so dass in Verbindung mit einer latent hydraulischen Wirkung eine betonartig dichte Oberfläche entstehen kann, die kein Wasser durchlässt.

7.5.2 Wasserdurchlässige Asphalt-Tragschicht

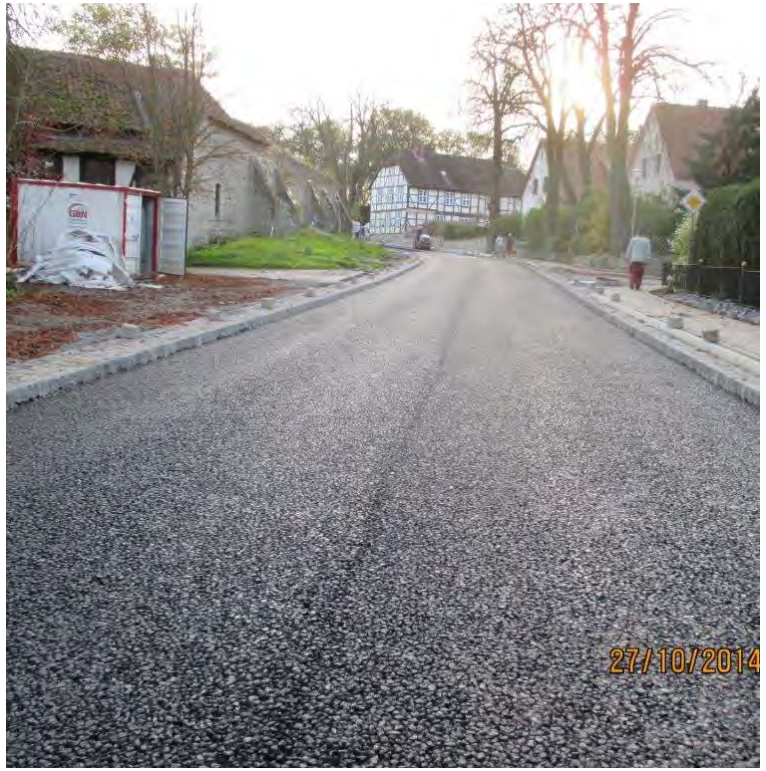
Die Verwendung von Dränasphalt als Tragschicht besitzt gegenüber einer ungebundenen Tragschicht und einer dichten Asphalttragschicht folgende Vorteile:

1. Das durch die Fuge eindringende Wasser kann direkt unter dem Stein durch die Bettung in den Dränasphalt versickern, es muss nicht auf der Tragschicht zur seitlich angeordneten Entwässerungseinrichtung laufen.
2. Das Porenvolumen des Dränasphaltes dient bei feuchter Witterung als Retentionsraum (Speichervolumen). Auch wenn die Hohlräume mit Wasser gefüllt sind, weicht die Tragschicht im Gegensatz zu einer ungebundenen Tragschicht nicht auf.
3. Der Dränasphalt ist nach der Herstellung schnell wieder belastbar.
4. Eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit liegt vor, wenn ein Hohlraumgehalt von mindestens ca. 13 Vol.-% je nach Zusammensetzung erzielt wird.
5. Um das Abwandern von Feinanteilen (aus der Bettung) in die Poren des Dränasphaltes zu verhindern, muss die Tragschicht mit einem Filtervlies abgedeckt werden.
6. Höherer Verformungswiderstand als ungebundene Schottertragschicht.

7.5.2 Wasserdurchlässige Asphalt-Tragschicht

Abb. 1: Wasserdurchlässiger Asphalt 0/22 mm im Bereich einer Buswendeschleife

Abb. 2: Offenporige Struktur des Asphalts erkennbar



Anforderungen gemäß dem Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen

Gemäß Ziffer 5.4.6 Kontrollprüfungen gilt:

Ist der Hohlraumgehalt am Bohrkern kleiner als vertraglich vereinbart (i.d.R. ≥13 Vol.-%), so hat die Wasserdurchlässigkeit in vertikaler Richtung nach TP Asphalt-StB, Teil 19, 5,4 x 10-5 m/s zu betragen.

Bezeichnung	Einheit	PA 22 T WDA	PA 16 T WDA	PA 16 TD WDA	PA 8 D WDA	PA 5 D WDA
Baustoffe						
Gesteinskörnungen (Lieferkörnungen)						
Kornform von groben Gesteinskörnungen		SI_{20}	SI_{20}	SI_{15}	SI_{15}	SI_{15}
Anteil gebrochener Kornoberflächen		$C_{90/1}$	$C_{90/1}$	$C_{90/1}$; $C_{95/1}$; $C_{100/0}$	$C_{90/1}$; $C_{95/1}$; $C_{100/0}$	$C_{90/1}$; $C_{95/1}$; $C_{100/0}$
Widerstand gegen Zertrümmerung		SZ_{22} (LA_{25})	SZ_{22} (LA_{25})	SZ_{18} (LA_{20})	SZ_{18} (LA_{20})	SZ_{18} (LA_{20})
Widerstand gegen Polieren		PSV_{NR}	PSV_{NR}	$PSV_{angegeben}$ (48)	$PSV_{angegeben}$ (48)	$PSV_{angegeben}$ (48)
Mindestanteil feiner Gesteinskörnung mit E_{CS} 35	%	100	100	100	100	100
Bindemittel, Art und Sorte		50/70; 70/100; 25/55-55 A	50/70; 70/100; 25/55-55 A	25/55-55 A	25/55-55 A	25/55-55 A
Gesteinskörnungsgemisch Siebdurchgang bei						
31,5 mm	M.-%	100				
22,4 mm	M.-%	90 bis 100	100	100		
16 mm	M.-%	25 bis 45	90 bis 100	90 bis 100		
11,2 mm	M.-%	18 bis 30	25 bis 45	25 bis 45	100	
8 mm	M.-%		15 bis 25	15 bis 25	90 bis 100	100
5,6 mm	M.-%				35 bis 50	90 bis 100
2 mm	M.-%	10 bis 17	10 bis 15	10 bis 15	10 bis 15	5 bis 12
0,063 mm	M.-%	4 bis 6	4 bis 6	4 bis 6	4 bis 6	4 bis 7
Mindest-Bindemittelgehalt Bindemittelträger	M.- %	$B_{min\,4,5}$ 0,3 bis 0,5	$B_{min\,4,5}$ 0,3 bis 0,5	$B_{min\,5,0}$ 0,3 bis 0,5	$B_{min\,6,0}$ 0,3 bis 0,5	$B_{min\,6,0}$ 0,3 bis 0,5
Mischguteigenschaften						
minimaler Hohlraumgehalt MPK		V_{min16}	V_{min18}	V_{min18}	V_{min20}	V_{min20}
maximaler Hohlraumgehalt MPK		$V_{max\,NR}$	$V_{max\,NR}$	$V_{max\,NR}$	$V_{max\,NR}$	$V_{max\,NR}$

7.5.3 Dränbeton-Tragschicht

Die Verwendung von Dränbeton als Tragschicht besitzt gegenüber einer ungebundenen Tragschicht die Vorteile wie ein Dränasphalt:

1. Das durch die Fuge eindringende Wasser kann direkt unter dem Stein durch die Bettung in den Dränasphalt versickern, es muss nicht auf der Tragschicht zur seitlich angeordneten Entwässerungseinrichtung laufen.
2. Das Porenvolumen des Dränasphaltes dient bei feuchter Witterung als Retentionsraum (Speichervolumen). Auch wenn die Hohlräume mit Wasser gefüllt sind, weicht die Tragschicht im Gegensatz zu einer ungebundenen Tragschicht nicht auf.
3. Der Dränasphalt ist nach der Herstellung schnell wieder belastbar.
4. Eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit liegt vor, wenn ein Hohlraumgehalt von mindestens 15 Vol.-% erzielt wird.
5. Der Dränbeton besitzt eine bessere Tragfähigkeit als der Dränasphalt, jedoch ist mit einem Abbindeprozess je nach Witterung von mindestens 3 Tagen zu rechnen.
6. Um das Abwandern von Feinanteilen (aus der Bettung) in die Poren des Dränasphaltes zu verhindern, muss die Tragschicht mit einem Filtervlies abgedeckt werden.

Frisch angemischter Dränbeton, hier Körnung 5/8 mm als Bettungsmaterial

Einbau des Dränbetons

Der Einbau des Dränbetons muss mit großer Sorgfalt vorgenommen werden. Jedes Korn muss mit Zementleim umhüllt sein und leicht glänzen. Wenn der Dränbeton zu trocken ist, lässt er sich nicht verdichten, eine ausreichende Festigkeit und somit Stabilität aufgrund mangelnder Verkittung der einzelnen Körner kann nicht entstehen.

Die Konsistenz des Dränbetons sollte eher zu feucht als zu trocken gewählt werden. Durch zu feuchten Dränbeton mindert sich die Wasserdurchlässigkeit. Die Minderung der Wasserdurchlässigkeit hat in der Regel keine negativen Auswirkungen auf die Pflasterfläche, da die gemäß dem Merkblatt für Dränbetontragschichten geforderte Wasserdurchlässigkeit im eingebauten Zustand nicht erforderlich ist.

Dränbeton 2/16 mm beim Entladen

Konsistenz des Dränbetons

7.6 Bettungsmaterial

Die Auswahl des Bettungsmaterials ist von großer Bedeutung. Das Bettungsmaterial muss folgende Eigenschaften besitzen.

1. Die Tragfähigkeit muss im eingebauten Zustand gewährleistet werden
2. Die Wasserdurchlässigkeit muss im eingebauten Zustand gewährleistet werden
3. Fugen- und Bettungsmaterial müssen so aufeinander abgestimmt werden, so dass die Filterstabilität gewährleistet werden kann

DIN 18318 (September 2019) - 2.2.1

Ungebundene Bettungsstoffe: Als ungebundene Bettungsstoffe können Gesteinkörnungen und Gesteinskörnungsgemische 0/2mm, 0/4mm, 0/5mm, 0/8mm, 0/11mm, 1/3mm, 1/5mm, 1/8mm, 2/5mm, 2/8mm, 4/8mm, 5/11mm, verwendet werden.

DIN 18318 (September 2019) - 3.2.2 Bettung

Die Dicke der Bettung muss im verdichteten Zustand 40mm ± 10mm betragen, bei Verwendung von spaltrauen Pflastersteinen oder Platten aus Naturstein 50mm ± 15mm.

Es ist eine Gesteinskörnung oder ein Gesteinkörnungsgemisch 0/5mm zu verwenden.

Für befahrbare Flächen muss die Gesteinskörnung oder das Gesteinkörnungsgemisch nachfolgende Anforderungen erfüllen:

- Schlagzertrümmerungswert SZ22 bzw. Los Angeles Koeffizient LA25 nach DIN EN 13242,
- Fließkoeffizient ECS 35 nach E DIN EN 13242:2015-07,
- Anteil gebrochene Oberfläche C90/3 nach DIN EN 13242.

7.6 Bettungsmaterial

Gemäß ZTV Pflaster - StB 2020, 2.3.1 Bettungsmaterial, gilt: *Die Auswahl des Bettungsmaterials soll im Hinblick auf die Art der Befestigungselemente und die zukünftige Beanspruchungen getroffen werden. Vorzugsweise sollen Baustoffgemische 0/4, 0/5 und 0/8 als Bettungsmaterial verwendet werden.*

Die TL Pflaster-StB 06/2015 (Anmerkung des SV: für Materialien im Anlieferzustand) stellt folgende Anforderungen an das Bettungsmaterial:

Als Baustoffgemische sind die Lieferkörnungen 0/4, 0/5, 0/8 oder 0/11 mit bestimmten Korngrößenverteilungen zu verwenden.

Baustoffgemische müssen so beschaffen sein, dass mit ihnen im eingebauten und verdichteten Zustand eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Bettung erreicht werden kann.

Der maximale Feinanteil darf UF_5 betragen. Anforderungen an einen minimalen Feinanteil LF_N bestehen nicht.

Hinsichtlich der Eigenschaften der Gesteinskörnungen ist die TL Gestein-StB 2018 zu berücksichtigen.

Auszug aus TL Gestein, Anhang H:

z.B.

Anteil gebrochener Oberflächen: keine Anforderung C_{NR} bis $C_{90/3}$ (90 bis 100 Gew.-% gebrochenes Korn)

Widerstand gegen Zertrümmerung: SZ_{18}, SZ_{22}, SZ_{26}

Achtung:
Die ZTV Pflaster-StB 20 empfiehlt bei Bauklasse Bk 1,0 und Bk1,8 SZ_{22} und bei BK3,2 SZ_{18}

7.6 Bettungsmaterial

Die **RiLi Pflaster- und Plattendecken** macht zum ungebundenen Bettungsmaterial folgende grundlegende Aussagen:

- Gemäß der TL Pflaster-StB 06/2015, 3.2 Anforderungen an Bettungsmaterial sind Baustoffgemische der Lieferkörnungen 0/4, 0/5, 0/8 oder 0/11 zu verwenden. **Es können jedoch auch Lieferkörnungen 1/5, 1/8, 2/5, 2/8 zum Einsatz kommen.**
- Die jeweiligen Kornfraktionen sind in Abhängigkeit von der Bettungsdicke und Verkehrsbelastung zu wählen.
- Hinweis: Bei Verwendung eines Baustoffgemisches 0/8 gemäß TL Pflaster-StB 06/2015 ist es möglich, ein Bettungsmaterial mit einem Sand-Splitt-Anteil 0/4 mm von bis zu 90 M.-% zu erhalten.
- Bettungsmaterial bei belasteten Flächen im Anlieferzustand 3 M.-% Feinanteile (UF3) , im eingebauten Zustand 5 M.-% (UF5) Feinanteile.

Genaue Spezifikationen sind der RiLi zu entnehmen.

Auszug aus TL Pflaster-StB 06/2015 für das Bettungsmaterial

3. Baustoffgemische

3.1 Allgemeines

Nachfolgend sind die erforderlichen Eigenschaften von Baustoffgemischen aufgeführt und die entsprechenden Anforderungen durch Benennung der Kategorien der DIN EN 13285 festgelegt. Für Baustoffgemische 0/2, 0/4 und 0/5 gelten die Anforderungen dieses Abschnittes durch Benennen der Kategorien der DIN EN 13285 entsprechend.

Anmerkung: DIN EN 13285 gilt für Baustoffgemische ab 0/8 mm; sie gilt daher eigentlich nicht für Baustoffgemische mit einem Größtkorn < 8 mm. Für Baustoffgemische 0/2, 0/4 und 0/5 wird daher die DIN EN 13285 in diesen TL Pflaster-StB sinngemäß angewandt.

Baustoffgemische sind so herzustellen und zu lagern, dass sie gleichbleibende Eigenschaften aufweisen und die nachfolgend gestellten Anforderungen erfüllen. Sie sind außerdem gleichmäßig durchfeuchtet und gleichmäßig gemischt auf die Baustelle zu liefern.

3.2 Anforderungen an Bettungsmaterial

3.2.1 Allgemeines

3.2.1.1 Baustoffgemische

Siehe DIN EN 13285

Als Baustoffgemische sind die Lieferkörnungen 0/4, 0/5, 0/8 oder 0/11 zu verwenden.

3.2.1.2 Frostunempfindlichkeit, Wasserdurchlässigkeit

Der Nachweis der Frostunempfindlichkeit gilt als erbracht, wenn die Anforderung der Tabelle 1 erfüllt ist.

Baustoffgemische müssen so beschaffen sein, dass mit ihnen im eingebauten und verdichteten Zustand eine dauerhaft ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Bettung erreicht werden kann.

3.2.2 Feinanteil

Siehe DIN EN 13285, Tabellen 2 und 3

Der maximale Feinanteil < 0,063 mm muss die Anforderung der Tabelle 1 erfüllen.

Tabelle 1: Bettungsmaterial – Anforderung an den maximalen Feinanteil

Durchgang 0,063 mm Massenanteil in Prozent	Kategorie
≤ 5	UF_5

Der minimale Feinanteil < 0,063 mm muss die Anforderung der Tabelle 2 erfüllen.

Tabelle 2: Bettungsmaterial – Anforderung an den minimalen Feinanteil

Durchgang 0,063 mm Massenanteil in Prozent	Kategorie
keine Anforderung	LF_N

3.2.3 Überkorn

Siehe DIN EN 13285, Tabelle 4

Der Anteil an Überkorn muss die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen.

Tabelle 3: Bettungsmaterial – Anforderungen an den Überkornanteil

Siebdurchgang Massenanteil in Prozent			Kategorie
2 D	1,4 D	D	
–	100	90 – 99	OC_{90}

3.2.4 Korngrößenverteilung

Siehe DIN EN 13285, Tabelle 6

Die Korngrößenverteilung der Baustoffgemische 0/4, 0/5, 0/8 und 0/11 muss jeweils eine der Anforderungen der Tabellen 4 bis 6 erfüllen.

Tabelle 4: Bettungsmaterial – Anforderungen an die Korngrößenverteilung von Baustoffgemischen 0/4 und 0/5

Zeile	Baustoffgemisch		Durchgang auf dem Sieb (mm) in M.-%			
			0,5	1	2	Kategorie
1	0/4	Allgemein	–	–	30 – 60	$G_{U,B}$
	0/5	vom Lieferanten angegebener Wert (S)	keine Anforderung			
2	0/4	Allgemein	keine Anforderung			$G_{N,B}$
	0/5	vom Lieferanten angegebener Wert (S)				

Auszug aus ZTV Pflaster-StB 20 für das Bettungsmaterial

2.3 Baustoffgemische für Bettungs- und Fugenmaterial

Es gilt Abschnitt 3 der TL Pflaster-StB.

Baustoffgemische aus industriell hergestellten Gesteinskörnungen und Recycling-Baustoffen dürfen keine schädlichen chemischen und physikalischen Reaktionen verursachen, z. B. Selbstverfestigung, Verfärbungen. Hausmüllverbrennungsasche (HMVA) darf aufgrund ihrer Verfestigungsneigung nicht als Bettungs- oder Fugenmaterial eingesetzt werden.

2.3.1 Bettungsmaterial

Siehe DIN 18318.

Die Auswahl des Bettungsmaterials soll im Hinblick auf die Art der Befestigungselemente und die zukünftigen Beanspruchungen getroffen werden. Vorzugsweise sollen Baustoffgemische 0/4, 0/5 und 0/8 als Bettungsmaterial verwendet werden.

Die Art des Bettungsmaterials ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Es kann eine bestimmte Korngrößenverteilung vereinbart werden.

Für Verkehrsflächen, die einer der Belastungsklassen Bk1,0, Bk1,8 oder Bk3,2 gemäß den RStO zuzuordnen sind, sind Baustoffgemische als Bettungsmaterial zu verwenden, die jeweils die Anforderungen der Zeile 1 der Tabellen 4, 5 bzw. 6 der TL Pflaster-StB erfüllen.

Für andere Verkehrsflächen können auch solche Bettungsmaterialien verwendet werden, die lediglich die Anforderungen der Zeile 2 der Tabellen 4, 5 bzw. 6 der TL Pflaster-StB erfüllen. Lieferkörnungen/Baustoffgemische 2/5, 2/8 oder 2/11 sollten als Bettungsmaterial für Verkehrsflächen, die mit Kraftfahrzeugen befahren werden, nicht verwendet werden.

Für Verkehrsflächen, die einer der Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk3,2 gemäß den RStO zuzuordnen sind, sind Baustoffgemische als Bettungsmaterialien zu verwenden, deren Fließkoeffizient der Kategorie $E_{CS}35$ gemäß dem Abschnitt 3.2.5 der TL Pflaster-StB entsprechen muss. Der Anteil gebrochener Oberflächen gemäß dem Anhang H, Zeile 2.2.6, der TL Gestein-StB muss der Kategorie $C_{90/3}$ entsprechen. Abweichungen davon sind zu vereinbaren.

Es ist ein Bettungsmaterial zu verwenden, dessen Gestein eine ausreichende Festigkeit aufweist.

Gesteine, die zur Herstellung von Bettungsmaterial für Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,0 und Bk1,8 gemäß den RStO verwendet werden, sollten hinsichtlich des Schlagzertrümmerungswertes (des Los-Angeles-Wertes) mindestens der Kategorie SZ_{22} (LA_{22}) gemäß TL Gestein-StB, Anhang H, Zeile 2.2.9, entsprechen. Bei Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk3,2 sowie bei Verkehrsflächen mit besonderen Beanspruchungen (RStO 12, Abschnitt 2.6) oder solchen mit einer gebundenen Tragschicht sollte der Schlagzertrümmerungswert/Los-Angeles-Koeffizient des Bettungsmaterials mindestens der Kategorie SZ_{18} (LA_{20}) entsprechen.

Zur Einschätzung der Eignung und zur Erfahrungssammlung kann zusätzlich der Modifizierte Micro-Deval-Koeffizient nach den TP Gestein-StB, Teil 5.5.3 bestimmt werden.

Das Bettungsmaterial muss im verdichteten Zustand ausreichend wasserdurchlässig sein. Die Korngrößenverteilung des Bettungsmaterials ist auf die Korngrößenverteilung einer darunter befindlichen Tragschicht ohne Bindemittel abzustimmen, sodass eine ausreichende Filterstabilität der Materialien untereinander erreicht wird. Der Nachweis der Filterstabilität gilt als erbracht, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

$D_{15}/d_{85} \leq 5$
$D_{50}/d_{50} \leq 25$

Wichtig
Ergänzung: Gemäß ZTV Pflaster-StB 20, Ziffer 3.2, gilt: Das Bettungsmaterial ist gleichmäßig gemischt und gleichmäßig durchfeuchtet bei einem für Einbau und Verdichtung günstigen Wassergehalt einzubauen.

Wie sollte ein Bettungsmaterial nach TL Pflaster-StB 06/2015 zusammengesetzt sein?

Folgendes Mischungsverhältnis wird z.B. für ein Sand-Splitt-Gemisch 0/8 mm, Kategorie G_U, in Anlehnung an TL Pflaster-StB 06/2015 empfohlen:

- ca. 30 M.-% Gewaschener Brechsand 0/2mm
- ca. 35 M.-% Splitt 2/5 mm
- ca. 35 M.-% Splitt 5/8 mm

Das Material sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Feinanteil < 0,063 mm im gelieferten Zustand UF_3, in eingebauten Zustand UF_4
- Die Schlagzertrümmerung SZ_{18}
- Widerstand gegen Frostbelastung $F_{1,}$ zusätzlich ist wird die Prüfung auf Frost- und Tausalz-Beanspruchung nach DIN EN 1367-1, Anhang B, empfohlen. Die Widerstandsfähigkeit wird erreicht, wenn die Absplitterungen höchstens 2 M.-% betragen.

Hinweis zum Bettungsmaterial und Brechsand-Splitt-Gemischen

Abb. 1: Prüfung der Schlagzertrümmerung, 10 Schläge, Fallhöhe von 37 cm, Gewicht 50 kg

Abb. 2: Wasser versickert schnell

Abb. 3: Wasser versickert langsam

7.7 Fugenmaterial und Anforderungen an die Fuge

Anforderungen an die Fuge [1]	Beanspruchung der Fuge im Betrieb [2]	Σ Anforderungen an die Fuge + Beanspruchung im Betrieb [3]
Fuge hat die Maßtoleranzen der Steine auszugleichen. Möglichst optimales Fugenmaterial (Korngrößenverteilung, so dass eine Lastabtragung erfolgen kann.) Reduzierung des Wassereintrages auf ein Minimum, wenn Materialien nach TL Pflaster verwendet werden	Lastabtragung im Betrieb Eindringendes Wasser (wird erhöht durch breite und entleerte Fugen, kleinformatige Steine, geringes Gefälle, usw.) Ausspülen der Fuge im Betrieb durch Oberflächenwasser, Aussaugen durch Reinigungsgeräte, Aussaugen durch Pump- und Sogwirkung der Reifen	Zur Gebrauchstauglichkeit und Gewährleistung der Nutzungsdauer sind gefüllte Fugen Grundvoraussetzung

Erläuterung der Belastung Kontaktzonenbereich Bettung/Fuge/Stein im Gebrauchszustand unter Berücksichtigung der Horizontal- und Vertikallasten

Erläuterung der Belastung Kontaktzonenbereich Bettung/Fuge/Stein im Gebrauchszustand

1. Eindringendes Wasser kann Feinanteile in die Bettung transportieren.

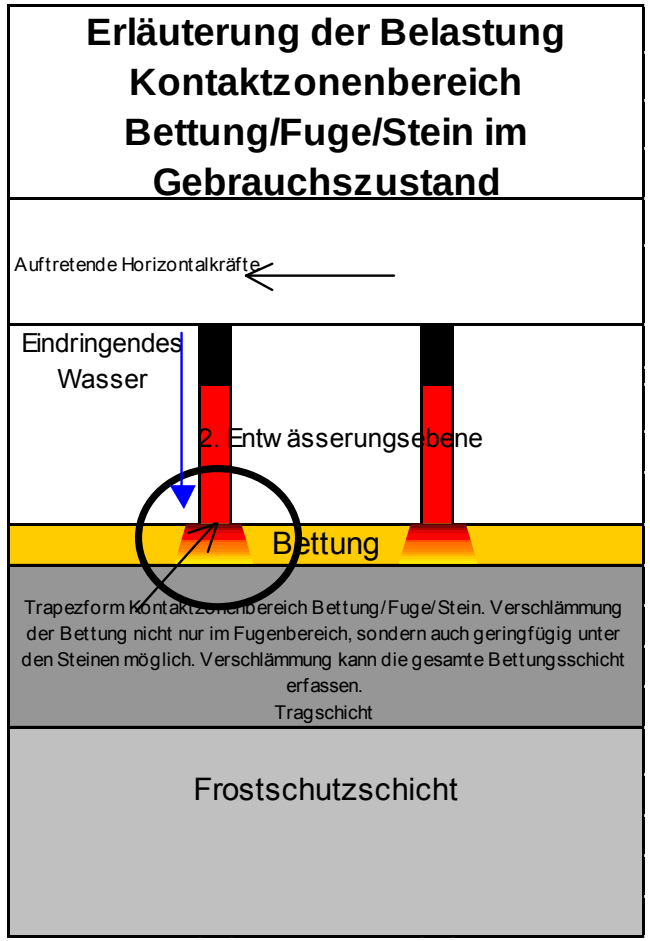
2. Dynamische Beanspruchungen können Feinanteile in noch vorhandene Hohlräume der Bettung transportieren.

3. Auftretende Anfahr- und Bremskräfte belasten Fugen- und Bettungsmaterial. Ein Abrieb bzw. ein Zermahlen der Gesteinskörnungen kann die Folge sein.

4. Die unter Ziffer 1. bis 3. dargestellten Belastungen können das Bettungsmaterial im Kontaktzonenbereich verschlämmen bzw. zermahlen, so dass die zeichnerisch dargestellte Trapezform entsteht. Folge kann eine ungenügende Wasserdurchlässigkeit im Gebrauchszustand sein, so das sich Steine lösen.

5. Aus den unter Ziffern 1. bis 4 . Beschriebenen Belastungen empfiehlt es sich eine zweistufige Fugenfüllung auszubilden, 1. Fugenfüllung mit geringem Feinanteil (< 0,063 mm) und zweite Fugenfüllung mit hohem Feinanteil.

Erläuterung der Belastung Kontaktzonenbereich Bettung/Fuge/Stein im Gebrauchszustand unter Berücksichtigung der Horizontal- und Vertikallasten



Verschlämmter bzw. verfestigter Kontaktzonenbereich Bettung/Fuge/Stein

Verschlämmter bzw. verfestigter Kontaktzonenbereich Bettung/Fuge/Stein

Abb. 2: Schadenspotential bei falscher Fugenfüllung

Erläuterung der Belastung Kontaktzonenbereich Bettung/Fuge/Stein im Gebrauchszustand unter Berücksichtigung der Horizontal- und Vertikallasten

Idealisierte Berechnung des Auflagerdruckes OK-Bettungsschicht bei einem angenommenen Lastabtragungswinkel von 45° in Abhängigkeit der Steindicke und einer Radlast von 50 KN

Reifenaufstandsfläche 200 x 200 mm und 400 x 400 mm:

Stein-dicke [mm]	Statischer Auflager-druck [N/mm²]	Verdoppelung Auflast bei Vollbremsung nach BAST [N/mm²]
100	0,31	0,62
120	0,26	0,52
140	0,22	0,44
160	0,18	0,36
180	0,16	0,32
200	0,14	0,28

Reduzierung mit Steindicke

Stein-dicke [mm]	Statischer Auflager-druck [N/mm²]	Verdoppelung Auflast bei Vollbremsung nach BAST [N/mm²]
100	0,14	0,28
120	0,12	0,24
140	0,11	0,22
160	0,10	0,20
180	0,09	0,18
200	0,08	0,16

Reduzierung mit Steindicke

Erläuterung der Belastung Kontaktzonenbereich Bettung/Fuge/Stein im Gebrauchszustand unter Berücksichtigung der Horizontal- und Vertikallasten

Idealisierte Berechnung der horizontalen Belastung in Abhängigkeit bei verschiedenen Steinabmessungen und Fugenfüllungen im Betrieb bei einer Radlast von 50 KN ohne Berücksichtigung Kraftaufnahme Reibungswiderstand Bettung/Stein

Stein-abmessungen [mm]	Fugenfüllung [mm]	Statischer Horizontaldruck [N/mm²]	Verdopplung Horizontaldruck bei Vollbremsung [N/mm²]
300/150/100	90 (üblicher Betriebszustand)	2,96	5,92
300/150/100	60 (40 mm Fugenentleerung im Betrieb)	4,44	8,88
300/150/120	110 (üblicher Betriebszustand)	2,42	4,84
300/150/120	80 (40 mm Fugenentleerung im Betrieb)	3,33	6,66
300/150/160	150 (üblicher Betriebszustand)	1,78	3,56
300/150/160	120 (40 mm Fugenentleerung im Betrieb)	2,22	4,44

Erläuterung der Belastung Kontaktzonenbereich Bettung/Fuge/Stein im Gebrauchszustand unter Berücksichtigung der Horizontal- und Vertikallasten

Idealisierte Berechnung der horizontalen Belastung in Abhängigkeit bei verschiedenen Steinabmessungen und Fugenfüllungen im Betrieb bei einer Radlast von 50 KN ohne Berücksichtigung Kraftaufnahme Reibungswiderstand Bettung/Stein

Stein-abmessungen [mm]	Fugenfüllung [mm]	Statischer Horizontaldruck [N/mm²]	Verdopplung Horizontaldruck bei Vollbremsung [N/mm²]
300/150/100	90 (üblicher Betriebszustand)	1,78	3,56
300/150/100	60 (40 mm Fugenentleerung im Betrieb)	2,67	5,34
300/150/120	110 (üblicher Betriebszustand)	1,45	2,90
300/150/120	80 (40 mm Fugenentleerung im Betrieb)	2,00	4,00
300/150/160	150 (üblicher Betriebszustand)	1,07	2,14
300/150/160	120 (40 mm Fugenentleerung im Betrieb)	1,33	2,66

Die ungebundene Fuge „ Wichtiges Element der Fläche“

Anforderungen Fugenmaterial

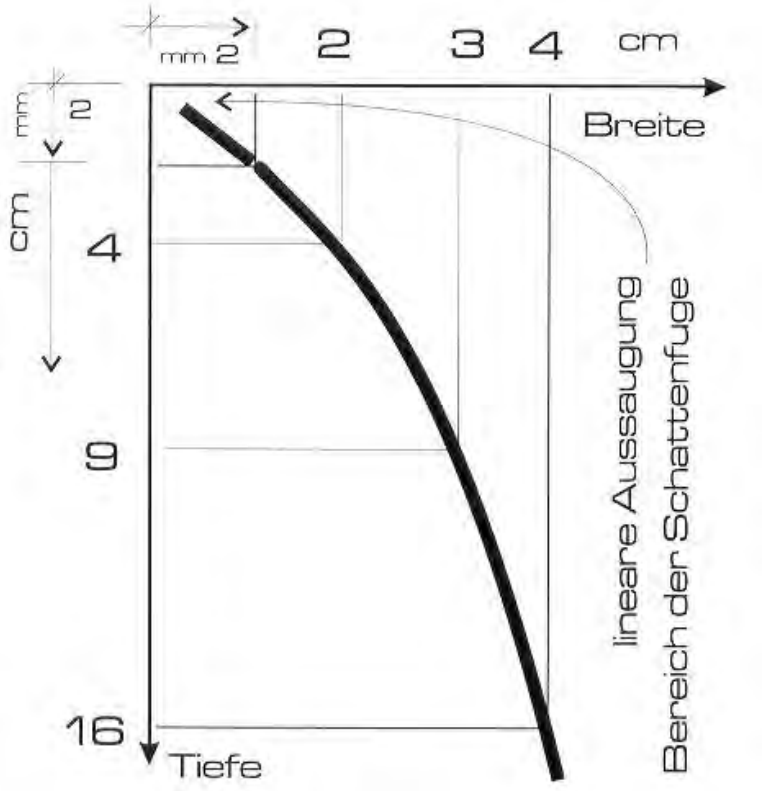
Das Fugenmaterial hat die Aufgabe, einen möglichst

- hohen Widerstand gegen das Aussaugen durch Reinigungsgeräte
- hohen Widerstand gegen die Pump- und Sogwirkung der Reifen
- hohen Widerstand gegen das Ausspülen von Oberflächenwasser

zu besitzen und nur einen geringen Wassereintrag in die Konstruktion zu ermöglichen. Unvermeidbar eindringendes Wasser muss durch Fuge, Bettung und Tragschicht abgeführt werden können. **Das Fugenmaterial muss auf die Fugenbreite abgestimmt werden. Wichtig ist, dass die Fugen hohlraumarm gefüllt werden können.**

Als praktische Faustformel gilt: Die normale Fugenvertiefung im Gebrauchszustand entspricht der Fugenbreite!

Fugenvertiefung in Abhängigkeit von der Fugenbreite



DIN 18318, September 2019

2.2.2 Ungebundene Fugenstoffe: Als ungebundene Fugenstoffe können Gesteinskörnungen und Gesteinkörnungsgemische 0/2 mm, 0/4 mm, 0/5 mm, 0/8 mm, 0/11 mm, 1/3 mm, 1/5 mm, 1/8 mm, 2/5 mm, 2/8 mm verwendet werden.

3.2.3 Fugen

3.2.3.1 Die Fugen von Pflasterdecken und Plattenbelägen sind

- Mit einer Breite von 4mm ± 2mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten ≤ 100mm Nenndicke,
- Mit einer Breite von 6mm ± 3mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten > 100mm Nenndicke,

herzustellen.

3.2.3.2 Die Fugen von Pflasterdecken und Plattenbelägen aus Naturstein mit nicht gesägten Seitenflächen sind

- Mit einer Breite von 10mm ± 5mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten
- ≤ 120mm Nenndicke,
- Mit einer Breite von 15mm ± 5mm, bei Verwendung von Pflastersteinen und Platten
- > 120mm Nenndicke,

herzustellen.

Bei spaltrauen Natursteinen sind einzelne punktuelle Kontaktstellen zulässig.

DIN 18318, September 2019

3.2.3.3 Die Fugen sind bei begehbaren Flächen mit einer Gesteinskörnung 0/2mm, bei befahrbaren Flächen mit einer Gesteinskörnung oder einem Gesteinskörnungsgemisch 0/5mm einzukehren und einzuschlämmen. Für befahrbare Flächen muss die Gesteinskörnung oder das Gesteinskörnungsgemisch nachfolgende Anforderungen erfüllen:

- Schlagzertrümmerungswert SZ_{22} bzw. Los Angeles Koeffizient LA_{25} nach DIN EN 13242,
- Fließkoeffizient E_{CS} 35 nach E DIN EN 13242:2015-07,
- Anteil gebrochene Oberfläche $C_{90/3}$ nach DIN EN 13242.

3.2.3.4 Pflasterdecken und Plattenbeläge sind nach dem Füllen der Fuge von überschüssigem Fugenstoff zu befreien und zu verdichten, z.B. durch Rütteln oder Rammen. Dabei ist deren Oberfläche, mit Ausnahme der Verwendung von spaltrauen Pflastersteinen oder Platten aus Naturstein, zu schützen, z.B. mit einer Kunststoffschürze.

Die Fugen müssen nach dem Verdichten vollständig bis zum oberen Rand der Pflastersteine und Platten bzw. bis zur unteren Kante etwaig vorhandener Fasen, Rundungen oder dergleichen gefüllt sein.

3.2.3.5 Soll der obere Bereich der Fugen zusätzlich mit Pflasterfugenmasse nach TL Fug-StB vergossen werden, sind diese mit Breiten von 12mm ± 4mm auszuführen. Der Fugenverguss ist mindestens 30mm tief, jedoch höchstens 1/3 der Stein- oder Plattendicke, bis 5mm unterhalb der Oberkante herzustellen.

DIN 18318, September 2019

Gemäß ZTV Pflaster - StB 2020, 2.3.2 Fugenmaterial und Fugenschlussmaterial, gilt: *Es sind Baustoffgemische vorzugsweise 0/4, 0/5, gegebenenfalls 0/8 als Fugenmaterialien zu verwenden. Das Nenngrößtkorn des Baustoffgemisches sollte mindestens 2/3 der vorgesehenen Sollfugenbreite entsprechen.*

Die TL Pflaster-StB 06/2015 stellt folgende Anforderungen an das Fugenmaterial:

Als Baustoffgemische sind die Lieferkörnungen 0/2, 0/4, 0/5, 0/8 oder 0/11 zu verwenden.

Der maximale Feinanteil darf UF_9 betragen. Anforderungen an einen minimalen Feinanteil mit LF_2.

An Gesteinskörnungen 0/2 werden keine die TL Gestein-StB ergänzenden Anforderungen gestellt.

Die Korngrößenverteilung von Fugenmaterial 0/4, 0/5, 0/8 und 0/11 sind der TL-Pflaster zu entnehmen.

Hinsichtlich des Fließkoeffizientes ist zwingend eine Angabe bei der Gesteinskörnung 0/2 mm anzugeben, nämlich:

- Fließkoeffizient ≥ 35, Kategorie $E_{CS}35$
- Fließkoeffizient ≥ 30, Kategorie $E_{CS}30$
- Fließkoeffizient < 30, E_{CS}angegeben
- Keine Anforderung an den Fließkoeffizienten, Kategorie $E_{CS}NR$

Auszug aus ZTV Pflaster-StB 20, 2.3.2 Fugenmaterial und Fugenschlussmaterial, Seite 26

Die obere Siebgröße D des Fugenmaterials darf höchstens eine Korngröße kleiner sein als die obere Siebgröße D des Bettungsmaterials. Dabei gelten die Siebgrößen 4 mm und 5,6 (5) mm als eine Korngröße.

Gegebenenfalls kann ein abschließender Verschluss der Fugen (Fugenschluss) mit Fugenschlussmaterial vorgesehen werden. Dies ist in der Leistungsbeschreibung zu vereinbaren.

Für den Fugenschluss eignen sich Gesteinskörnungen mit hohem Feinanteil (< 0,063 mm) von 15 bis 30 M.-%. Gesteinskörnungen für den Fugenschluss dürfen keine ungewollten Verfärbungen auf den Befestigungselementen verursachen.

DIN 18318, September 2019

Die RiLi Pflaster- und Plattendecken macht zum ungebundenen Fugenmaterial folgende grundlegende Aussagen:

Gemäß der TL Pflaster-StB 06/2015, 3.3 Anforderungen an Fugenmaterial sind Baustoffgemische der Lieferkörnungen 0/2, 0/4, 0/5, 0/8 oder 0/11 zu verwenden. **Es können jedoch auch Lieferkörnungen 1/3, /1/4, 1/5, 1/8, 2/5, 2/8 zum Einsatz kommen.**

Die jeweiligen Kornfraktionen sind in Abhängigkeit von Fugenbreite, Fugentiefe und Verkehrsbelastung zu wählen.

Hinweis: Bei Verwendung eines Baustoffgemisches 0/5 gemäß TL Pflaster-StB 06/2015 ist es möglich, ein Fugenmaterial mit einem Sandanteil 0/2 mm von bis zu 75 M.-% zu erhalten.

Fugenmaterial bei belasteten Flächen im Anlieferzustand 3 M.-% Feinanteile (UF3) , im eingebauten Zustand 5 M.-% (UF5) Feinanteile. Genaue Spezifikationen sind der RiLi zu entnehmen.

Auszug aus TL Pflaster-StB 06/2015 für das Fugenmaterial

3.3 Anforderungen an Fugenmaterial

3.3.1 Allgemeines

3.3.1.1 Baustoffgemische

Siehe DIN EN 13285

Als Baustoffgemische sind die Lieferkörnungen 0/2, 0/4, 0/5, 0/8 oder 0/11 zu verwenden.

3.3.2 Feinanteile

Siehe DIN EN 13285, Tabellen 2 und 3

Der maximale Feinanteil < 0,063 mm muss die Anforderung der Tabelle 8 erfüllen.

Tabelle 8: Fugenmaterial – Anforderung an den maximalen Feinanteil

Durchgang 0,063 mm Massenanteil in Prozent	Kategorie
≤ 9	UF_9

Der minimale Feinanteil < 0,063 mm muss die Anforderung der Tabelle 9 erfüllen.

Tabelle 9: Fugenmaterial – Anforderung an den minimalen Feinanteil

Durchgang 0,063 mm Massenanteil in Prozent	Kategorie
≥ 2	LF_2

3.3.3 Überkorn

Siehe DIN EN 13285, Tabelle 4

Der Anteil an Überkorn muss die Anforderungen der Tabelle 10 erfüllen.
An Gesteinskörnungen 0/2 werden keine die TL Gestein-StB ergänzenden Anforderungen gestellt.

Tabelle 10: Fugenmaterial – Anforderungen an den Überkornanteil

Durchgang Massenanteil in Prozent			Kategorie
2 D	1,4 D	D	
–	100	90 – 99	OC_{90}

3.3.4 Korngrößenverteilung

Siehe DIN EN 13285, Tabelle 6

Die Korngrößenverteilung der Baustoffgemische 0/4, 0/5, 0/8 und 0/11 muss jeweils eine der Anforderungen der Tabellen 11 bis 13 erfüllen.

An Gesteinskörnungen 0/2 werden keine die TL Gestein-StB ergänzenden Anforderungen gestellt.

Tabelle 11: Fugenmaterial – Anforderungen an die Korngrößenverteilung von Baustoffgemischen 0/4 und 0/5

Zeile	Baustoffgemisch		Durchgang auf dem Sieb (mm) in M.-%			
			0,5	1	2	Kategorie
1	0/4 0/5	Allgemein	–	–	30 – 75	$G_{U,F}$
		vom Lieferanten angegebener Wert (S)	keine Anforderung			
2	0/4 0/5	Allgemein	keine Anforderung			$G_{N,F}$
		vom Lieferanten angegebener Wert (S)				

Tabelle 12: Fugenmaterial – Anforderungen an die Korngrößenverteilung von Baustoffgemisch 0/8

Zeile	Baustoffgemisch		Durchgang auf dem Sieb (mm) in M.-%				
			0,5	1	2	4	Kategorie
1	0/8	Allgemein	–	–	30 – 75	50 – 90	G_U
		vom Lieferanten angegebener Wert (S)	keine Anforderung				
2	0/8	Allgemein	keine Anforderung				G_N
		vom Lieferanten angegebener Wert (S)					

Tabelle 13: Fugenmaterial – Anforderungen an die Korngrößenverteilung von Baustoffgemisch 0/11

Zeile	Baustoffgemisch		Durchgang auf dem Sieb (mm) in M.-%					
			0,5	1	2	4	5,6	Kategorie
1	0/11	Allgemein	–	–	15 – 60	30 – 75	50 – 90	G_U
		vom Lieferanten angegebener Wert (S)	keine Anforderung					
2	0/11	Allgemein	keine Anforderung					G_N
		vom Lieferanten angegebener Wert (S)						

Auszug aus TL Pflaster-StB 06/2015 für das Fugenmaterial

mit

D_{15}; D_{50} Korndurchmesser [mm] des Tragschichtmaterials, der bei 15 bzw. 50 M.-% Siebdurchgang der Körnungslinie vorliegt.

d_{50}; d_{85} Korndurchmesser [mm] des Bettungsmaterials, der bei 50 bzw. 85 M.-% Siebdurchgang der Körnungslinie vorliegt.

1.5.1.2 Fugenmaterial

Siehe DIN 18318

Die Art des Fugenmaterials ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Es kann eine bestimmte Korngrößenverteilung vereinbart werden. Es ist ein Material zu verwenden, das dem Aussaugen möglichst großen Widerstand entgegenbringt. Die Auswahl des Fugenmaterials soll im Hinblick auf die örtlichen Verhältnisse und die zukünftigen Beanspruchungen getroffen werden.

Es sind Baustoffgemische 0/4, 0/5, 0/8 bzw. 0/11 als Fugenmaterialien zu verwenden.

Bei Einsatz bestimmter Verbundpflastersteinsysteme mit geringen Fugenbreiten kann die Verwendung von Baustoffgemischen 0/2 mm als Fugenmaterial zweckmäßig sein. Der Durchgang auf dem Sieb 1 mm muss dann 40 bis 70 M.-% betragen.

Als Fugenmaterialien für Verkehrsflächen der Bauklassen III bis VI gemäß den RStO sind Baustoffgemische zu verwenden, die jeweils die Anforderungen der Zeile 1 der Tabellen 11, 12 bzw. 13 der TL Pflaster-StB erfüllen. Sollen für diese Verkehrsflächen Fugenmaterialien verwendet werden, die jeweils lediglich die Anforderungen der Zeile 2 der Tabellen 11, 12 bzw. 13 der TL Pflaster-StB erfüllen, ist dies ausdrücklich zu vereinbaren.

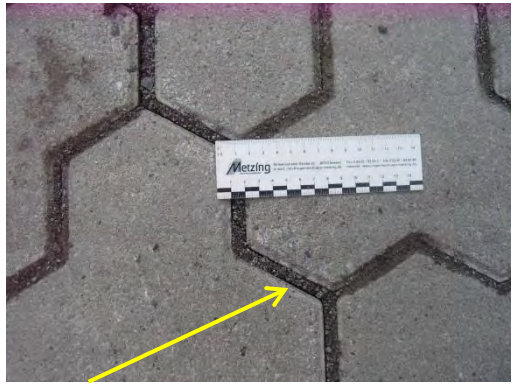
Für andere Verkehrsflächen können auch solche Fugenmaterialien verwendet werden, die lediglich die Anforderungen der Zeile 2 der Tabellen 11, 12 bzw. 13 der TL Pflaster-StB erfüllen.

Als Fugenmaterial für Verkehrsflächen der Bauklassen III bis VI gemäß den RStO sind Baustoffgemische aus Gesteinskörnungen zu verwenden, deren Fließkoeffizient der Kategorie $E_{CS}35$ gemäß dem Abschnitt 3.3.5 der TL Pflaster-StB entsprechen muss. Der Anteil gebrochener Oberflächen gemäß dem Anhang H, Zeile 2.2.6, der TL Gestein-StB muss der Kategorie $C_{90/3}$ entsprechen. Abweichungen davon sind ausdrücklich zu vereinbaren.

Die Korngrößenverteilung des Fugenmaterials ist auf die Korngrößenverteilung des Bettungsmaterials abzustimmen, sodass eine ausreichende Filterstabilität der Materialien untereinander gewährleistet ist. Der

14

Wichtiger Hinweis



Flankenabriss erkennbar, Steine bewegen sich

Wie sollte ein Fugenmaterial nach ZTV Pflaster-StB oder TL Pflaster-StB 06/2015 zusammengesetzt sein?

Das Fugenmaterial ist auf die Fugenbreite abzustimmen, so dass eine optimale Lastabtragung gewährleistet werden kann und keine Brückenbildungen (Hohlräume) im Fugenraum entstehen.

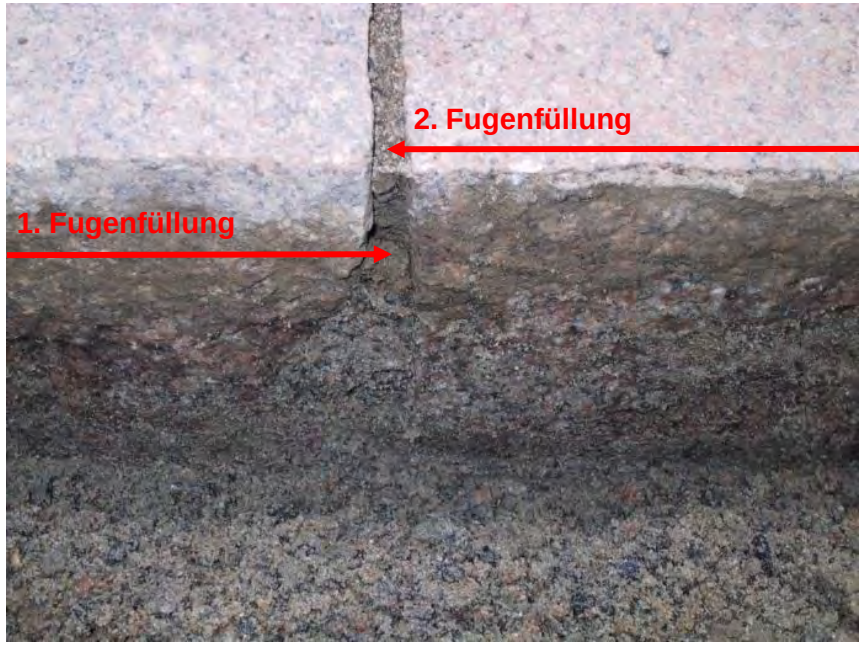
Die Fugenfüllung für **Natursteine** sollte nach dem ehemaligen Merkblatt Naturstein (heute RiLi) zweistufig erfolgen:

1. Fugenfüllung mit Bettungsmaterial 0/8 mm mit wenigen Feinanteilen UF5 im eingebauten Zustand
2. Fugenfüllung mit Brechsand 0/2 mm mit einem hohen Feinanteil UF10-20 im eingebauten Zustand

Die Fugenfüllung für **Kunststeine** sollte anlehnend an das ehemalige Merkblatt Naturstein (heute RiLi) zweistufig erfolgen:

1. Fugenfüllung mit Brechsand 0/2 mm mit wenigen Feinanteilen UF5 im eingebauten Zustand, sehr geringer „Feinsand-Anteil“.
2. Fugenfüllung mit Brechsand 0/2 mm mit einem hohen Feinanteil UF10-20 im eingebauten Zustand

Wie sollte ein Fugenmaterial nach ZTV Pflaster-StB oder TL Pflaster-StB 06/2015 zusammengesetzt sein?



Verfugung einer Natursteinfläche

Fugensand auf der Fläche nach der Herstellung, um ein „natürliches“ Nachschlämmen bzw. Verfestigen der Fuge zu ermöglichen

7.8 Filterstabilität

Um das Abwandern von Feinanteilen in darunterliegende Schichten (aufgrund vorhandener Hohlräume in z.B. Bettung oder Tragschicht) zu verhindern, ist es erforderlich, die Filterstabilität gemäß ZTV Pflaster-StB 2020 zu prüfen.

Der Nachweis der Filterstabilität **(Bettungs- gegenüber Tragschichtmaterial)** gilt als erbracht, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

$D_{15}/d_{85} \leq 5$
$D_{50}/d_{50} \leq 25$

D_{15}; D_{50} beschreibt den Korndurchmesser in mm des Tragschichtmaterials, der bei 15 bzw. 50 M.-% Siebdurchgang der Körnungslinie vorliegt.
d_{15}; d_{85} beschreibt den Korndurchmesser in mm des Bettungsmaterials, der bei 15 bzw. 85 M.-% Siebdurchgang der Körnungslinie vorliegt.

Der Nachweis der Filterstabilität **(Fugen- gegenüber Bettungsmaterial)** gilt als erbracht, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

$D_{15}/d_{85} \leq 4$ (Alt: ZTV P-StB 2000)
$D_{50}/d_{50} \leq 10$ (Alt: ZTV P-StB 2000)
ZTV Pflaster-StB 06 und ZTV Pflaster-StB 2020: $D_{15}/d_{15} \geq 1$- $D_{15}/d_{85} \leq 4$ - $D_{50}/d_{50} \leq 5$

D_{15}; D_{50} beschreibt den Korndurchmesser in mm des Bettungsmaterials, der bei 15 bzw. 50 M.-% Siebdurchgang der Körnungslinie vorliegt.
d_{15}; , d_{50}, d_{85} beschreibt den Korndurchmesser in mm des Fugenmaterials, der bei 15, 50 bzw. 85 M.-% Siebdurchgang der Körnungslinie vorliegt.

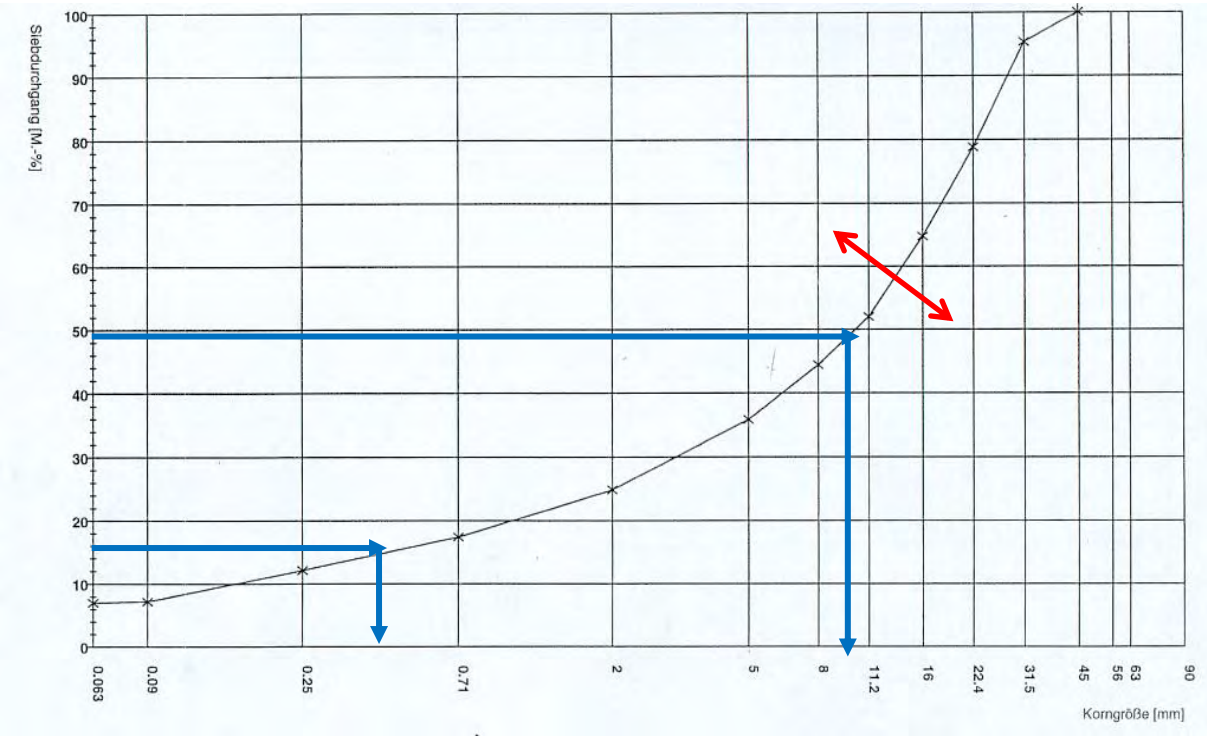
7.8 Filterstabilität

Prüfung der Filterstabilität anhand eines Beispiels
Brechsand-Splitt-Gemisch 0/4 mm gegenüber Schotter 0/32 mm
Hier: Brechsand-Splitt-Gemisch

Achtung:
Verschiebung der Korngrößenverteilung in der Praxis möglich

7.8 Filterstabilität

Prüfung der Filterstabilität anhand eines Beispiels
Brechsand-Splitt-Gemisch 0/4 mm gegenüber Schotter 0/32 mm
Hier: Schotter 0/32



Achtung:
Verschiebung der Korngrößen-verteilung in der Praxis möglich

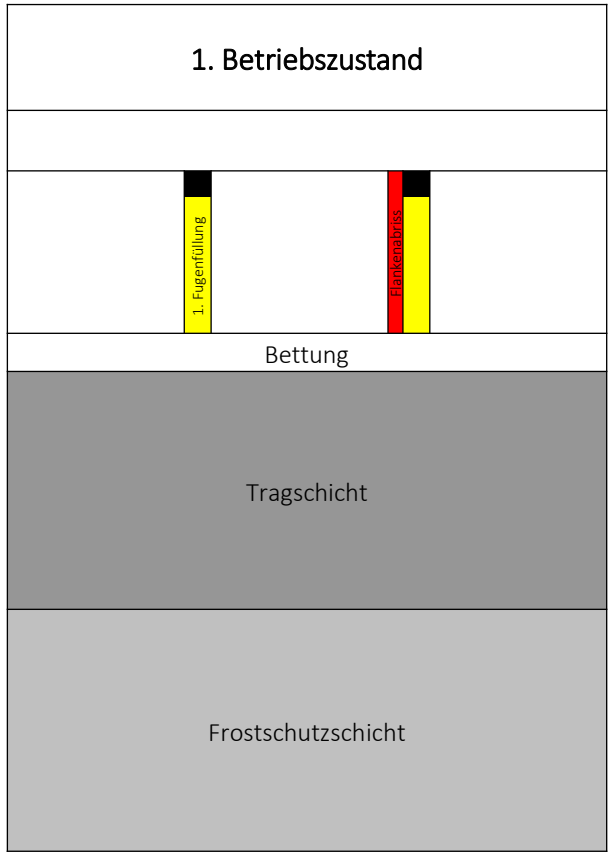
Die Filterstabilität berechnet sich wie folgt:

$D_{15}/d_{85} = 0{,}45/3{,}2 = 0{,}14 \leq 5 \rightarrow$ Bedingung erfüllt

$D_{50}/d_{50} = 10{,}00/1{,}00 = 10{,}00 \leq 25 \rightarrow$ Bedingung erfüllt

Die Filterstabilität gemäß ZTV Pflaster – StB 2006 ist erfüllt!

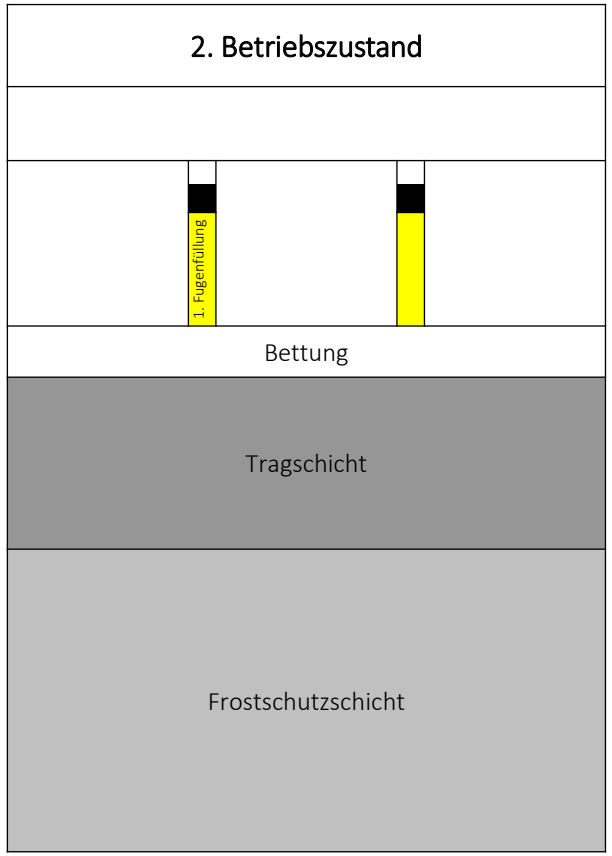
7.9 Verschiedene Betriebszustände einer ungebundenen Pflasterdecke und eines Plattenbelages



Betriebszustand	Maßnahme
1. Betriebszustand Fugen zeigen Flankenabrisse (Fugenspalt sichtbar), Steine bewegen sich, Fugenfüllung bis Oberkante Belag	Fugenmaterial mit geringem Feinanteil verwenden

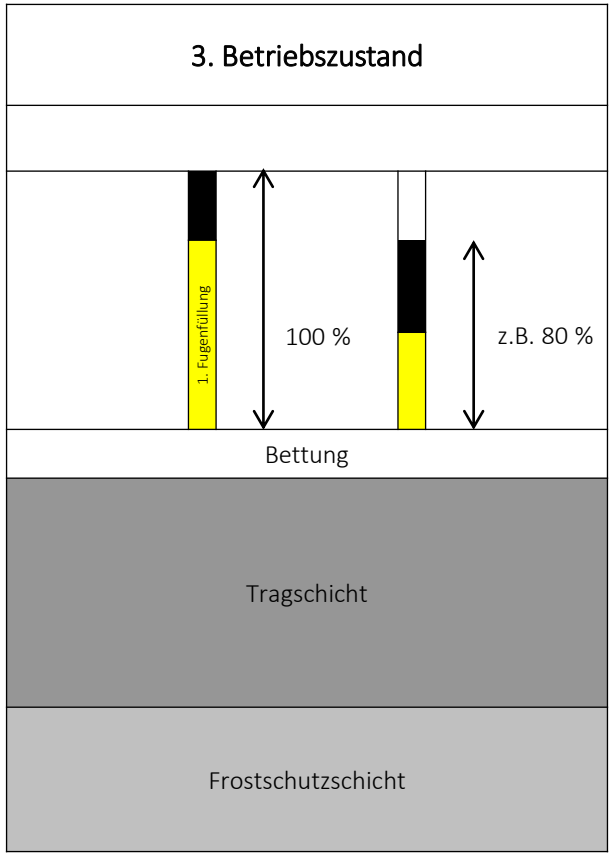
Flankenabriss erkennbar, Steine bewegen sich

7.9 Verschiedene Betriebszustände einer ungebundenen Pflasterdecke und eines Plattenbelages



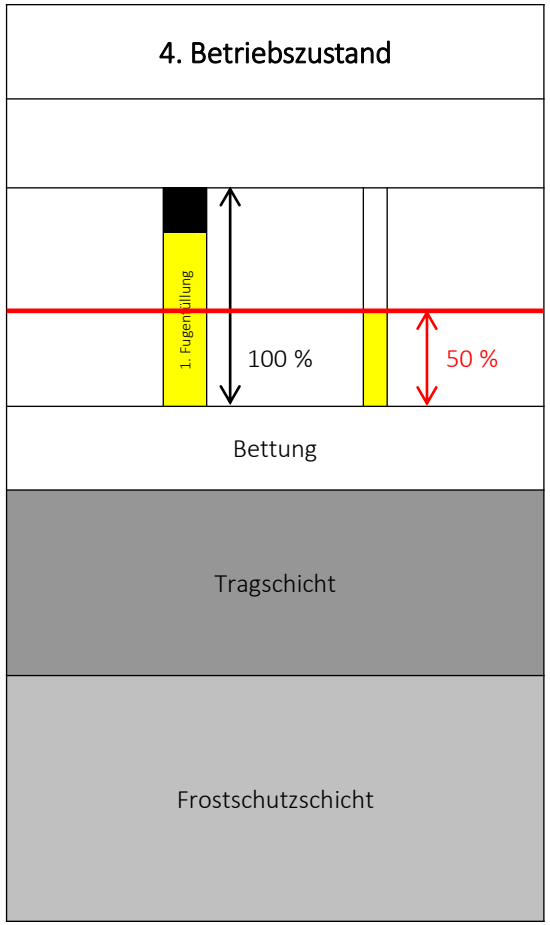
Betriebszustand	Maßnahme
2. Betriebszustand Fugenentleerung (Fugentiefe (= h) = Fugenbreite (= b)) Definition A. Metzing Fugenfüllungsgrad = (Steindicke – Tiefe der Fugenentleerung)/Steindicke x 100 ≥ 90 %	Keine Fugenpflege notwendig

7.9 Verschiedene Betriebszustände einer ungebundenen Pflasterdecke und eines Plattenbelages



Betriebszustand	Maßnahme
3. Betriebszustand Fugenentleerung Fugentiefe < 90 % (= Fugenfüllungsgrad)	Je nach Stein/Platte, Verband und örtlichen Gegebenheiten (z.B. Gefälle) Fugenfüllung notwendig mit Fugenmaterial mit hohen Feinanteilen

7.9 Verschiedene Betriebszustände einer ungebundenen Pflasterdecke und eines Plattenbelages



Betriebszustand	Maßnahme
4. Betriebszustand Fugenentleerung Fugentiefe bis 50 % (= Fugenfüllungsgrad)	Fugenfüllung zwingend erforderlich mit Fugenmaterial mit geringem Feinanteilen. Bei bereits gelösten Steinen ist i.d.R. eine Fugenfüllung nicht mehr ausreichend

8. Gebundene Pflasterdecken und Plattenbeläge

Unter einer gebundenen Bauweise versteht man eine Verkehrsfläche, die aus einer Dränbetontragschicht, Dränmörtelschicht und einer zementösen Verfugung besteht.

Die gebundene Bauweise besitzt gegenüber einer ungebundenen Bauweise folgende Vorteile:

Fugen werden im Gebrauchszustand nicht durch Reinigungsgeräte ausgesaugt, durch Oberflächenwassereintrag ausgespült und auftretende Lasten können sicher abgetragen („starre Bauweise“) werden.

Folgende Grundregeln sind bei der gebundenen Bauweise zu beachten:

Die gebundene Bauweise muss wie die ungebundene Bauweise wasserdurchlässig ausgebildet werden, ausschließlich die Fugenverfüllung aus Zementmörtel ist als wasserundurchlässig anzusehen. Da Rissbildungen bei der gebundenen Bauweise nicht ausgeschlossen werden können (auch nicht bei der Herstellung von Bewegungsfugen), muss der Dränbettungsmörtel das Wasser in die Dränbetontragschicht ableiten.

Die betontechnologischen Grundsätze sind bei der Materialherstellung genauso wie bei der Verarbeitung unbedingt zu beachten. Dies gilt insbesondere auch in Anpassbereichen; diese müssen zwingend in einem Arbeitsgang mit dem Herstellen der Pflasterung erfolgen. Zugerichtete oder geschnittene Steine sind unbedingt zu reinigen, da sonst kein ausreichender Schichtenverbund zwischen Bettungsmörtel und Stein sowie eine ausreichende Haftzugfestigkeit des Fugenmörtels zu Steinflanke entstehen kann.

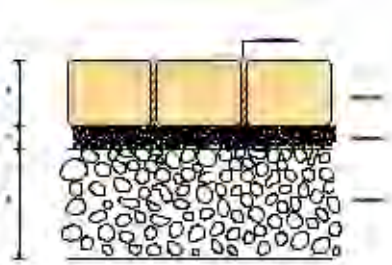
Nach dem Einbau der Dränbetontragschicht hat eine Nachbehandlung zu erfolgen, ebenso nach dem Versetzen der Steine und nach dem Arbeitsgang Verfugung.

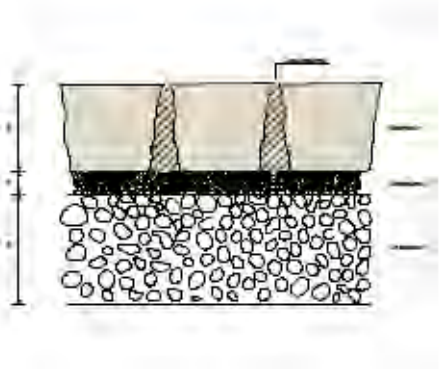
Die Verkehrslasten stellen im Vergleich zu den thermischen Beanspruchungen (Zug bei Temperaturerniedrigung und Druck bei Temperaturerhöhung) mit Einzelasten von ca. 1 N/mm² (= 100 t/m²). Da eine gebundene Pflasterdecke oder ein gebundener Plattenbelag aus vier verschiedenen Materialien (Tragschicht, Bettung, Fuge und Stein) besteht und diese unterschiedliche Eigenschaften und Hydratationsgrade besitzen ist die Betrachtung des vorhandenen Spannungssystems sehr komplex. Eine gebundene Pflasterdecke bzw. ein gebundener Plattenbelag ist zu keiner Zeit Spannungsfrei. Auftretende Druckspannungen können i.d.R. bei vollflächigem Querschnitt „problemlos“ aufgenommen werden. Auftretende Zugspannungen sind oftmals größer als die aufnehmbaren Zugspannungen durch Mörtelsysteme oder Steine. Die sich dann bildenden Risse haben den Nachteil, dass einerseits Wasser eindringen kann und andererseits einsetzende Schmutzstoffe bei Temperaturerhöhung zu Schäden z.B. in Form von Abplatzungen führen kann.

Wichtige Regelwerke für die gebundene Bauweise

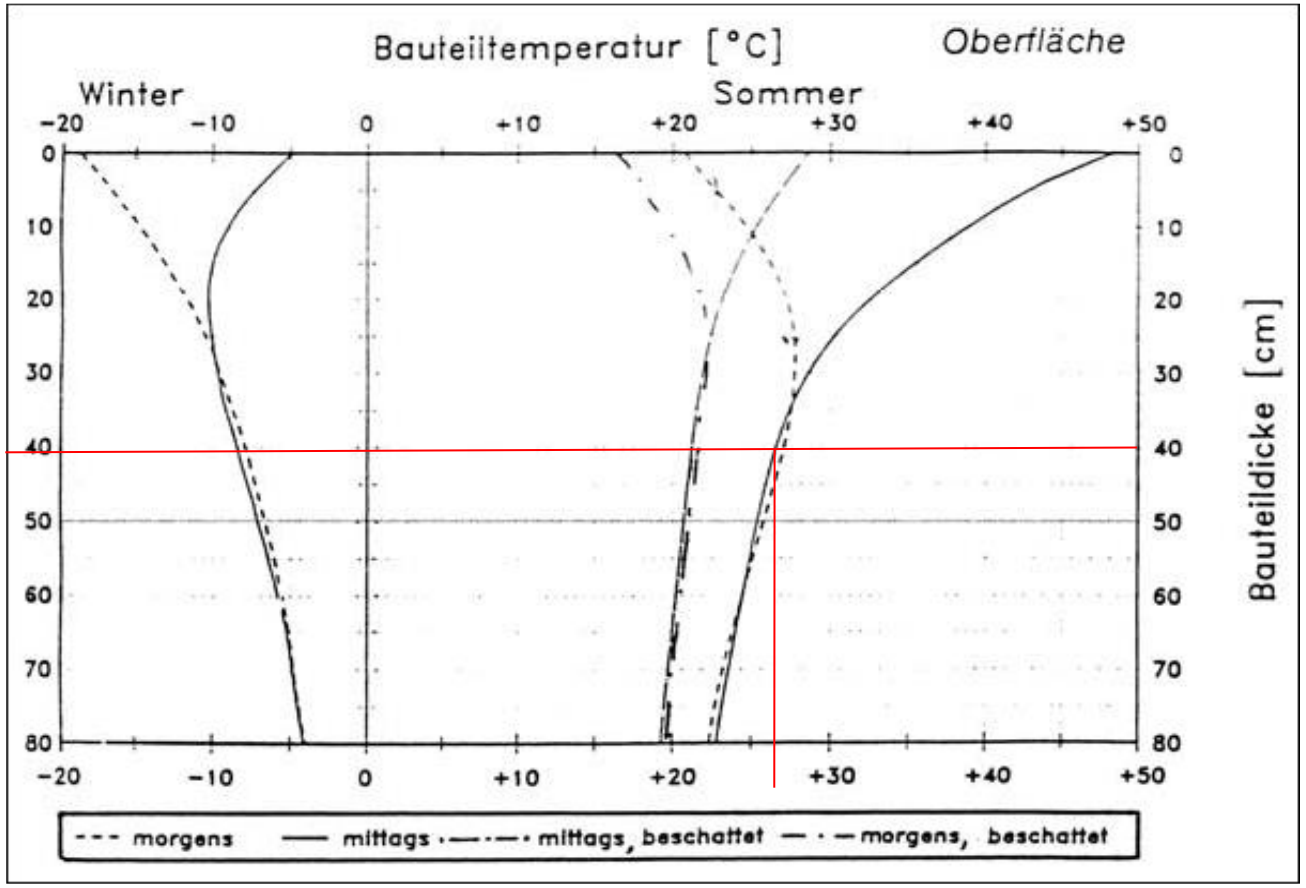
- DIN 18318, VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C, Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen, Ausgabe September 2019, Herausgeber: Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- Richtlinie Pflaster- und Plattendecken für befahrene und begangene Flächen in ungebundener und gebundener Ausführung sowie in Mischbauweisen, Ausgabe Mai 2014, Herausgeber: Deutscher Naturwerksteinverband e.V., Würzburg
- Merkblatt für den Bau von Busverkehrsflächen, Ausgabe 2000, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen, M VV, Ausgabe 2013, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln - ersetzt Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, Ausgabe 1998
- Merkblatt für Dränbetontragschichten, M DBT, Ausgabe 2013, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln ersetzt Merkblatt für Dränbetontragschichten, Ausgabe 1996,
- ZTV-Wegebau, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs, Ausgabe 2022, Herausgeber: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung , Landschaftsbau e.V.
- Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung, M Fpgeb R2, Ausgabe 2018, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln ersetzt Arbeitspapier Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung, Ausgabe 2007
- Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung, ALP Pgeb W1, Ausgabe 2018, Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

Aufbau der gebundenen Bauweise



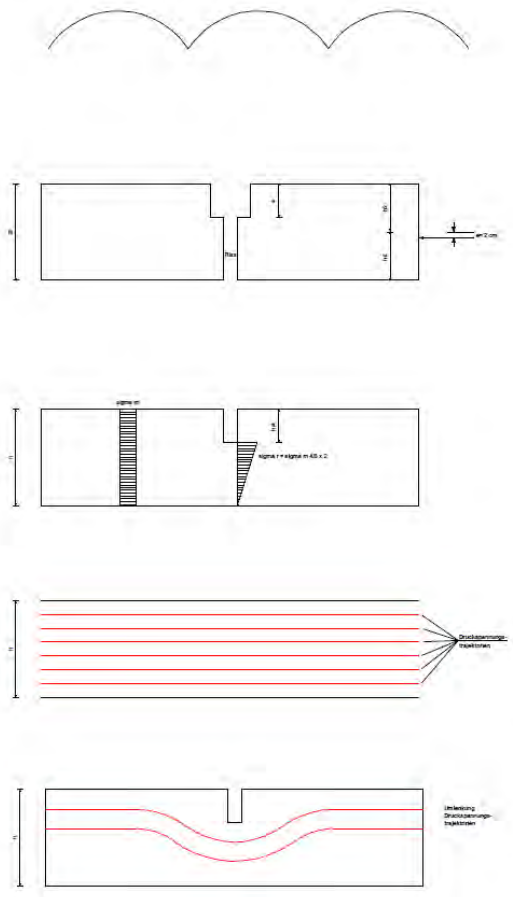


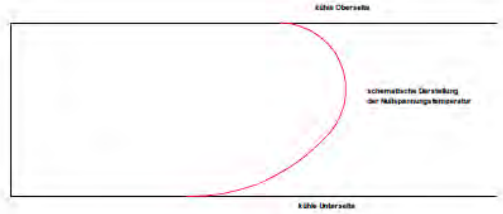
Temperaturverläufe in Bodenplatten in Abhängigkeit von der Bauteildicke



Richtlinie des DAfStB:
Betonbau mit wassergefährdenden Stoffen

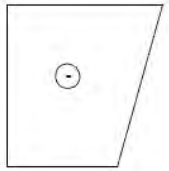
Skizzenhafte Darstellung zum Spannungsverlauf





Wölbung Platten

Idealisierte Druckspannung bei Oberflächenerwärmung



Anforderungen an die Materialien für Fugen- und Bettungsmörtel

Die Eignung der zum Einsatz kommenden Materialien für Fugen- und Bettungsmörtel sollten durch ein Prüfzeugnis eines unabhängigen Prüfinstitutes nach-gewiesen:

Das Prüfzeugnis sollte folgende Prüfungen beinhalten:

- Fugenmörtel
    - Druckfestigkeit, Frost- und Tausalzwiderstand, Haftzugfestigkeit
- Bettungsmörtel
    - Druckfestigkeit, Frost- und Tausalzwiderstand, Wasserdurchlässigkeit und Haftzugfestigkeit

Anforderungen an die Materialien für Fugen- und Bettungsmörtel nach DIN 18318

Tabelle 1. Anforderungen an die Druckfestigkeit gebundener Bettungsstoffe

Nutzungsabgrenzung nach der größten Verkehrsbelastung	Druckfestigkeit MPa	Prüfung nach
Begehbar	≥ 10,0	DIN EN 12390-3
Befahrbar, Fahrzeuge bis 3,5t	≥ 20,0	
Befahrbar, Fahrzeuge über 3,5t	≥ 30,0	

Für die Haftzugfestigkeit zwischen Stein-, Plattenunterseite und gebundener Bettung gelten die Anforderungen nach Tabelle 2

Tabelle 2. Anforderungen an die Haftzugfestigkeit zwischen Stein-, Plattenunterseite und gebundener Bettung

Nutzungsabgrenzung nach der größten Verkehrsbelastung	Haftzugfestigkeit geprüft mit Haftbrücke MPa	Prüfung nach
Begehbar	≥ 0,4	ALP Pgeb, Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen für Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung
Befahrbar, Fahrzeuge bis 3,5t	≥ 0,8	
Befahrbar, Fahrzeuge über 3,5t	≥ 1,0	

Anforderungen an die Materialien für Fugen- und Bettungsmörtel nach DIN 18318

2.2.4 Gebundene Fugenstoffe: Gebundene Fugenstoffe müssen ohne Einwirkung zusätzlicher Verdichtungsenergie allein unter dem Einfluss der Schwerkraft fließen oder rieseln, entlüften und so beschaffen sein, dass eine vollständige Fugenfüllung möglich ist.

Für gebundene Fugen können folgende Bindemittel verwendet werden:

- Zement, ggf. kunststoffmodifiziert
- Reaktionsharz aus Epoxidharzbasis
- Reaktionsharz auf Polyurethanbasis sowie
- Polybutadien

Gebundene Fugenstoffe müssen in Abhängigkeit vom Bindemittel die Anforderungen nach Tabelle 3 oder Tabelle 4 erfüllen.

Anforderungen an die Materialien für Fugen- und Bettungsmörtel nach DIN 18318

Tabelle 3. Anforderungen an gebundene Fugenstoffe, Bindemittel Zement

Eigenschaften	Anforderungen	Prüfung nach
Druckfestigkeit	Begehbar ≥ 10,0 MPa Befahrbar, Fahrzeuge bis 3,5t ≥ 20,0 MPa Befahrbar, Fahrzeuge über 3,5t ≥ 30,0 MPa	DIN EN 12808-3
Haftzugfestigkeit	Begehbar ≥ 0,4 MPa Befahrbar, Fahrzeuge bis 3,5t ≥ 0,8 MPa Befahrbar, Fahrzeuge über 3,5t ≥ 1,0 MPa	ALP Pgeb, Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen für Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung
Frost-Tau-Widerstand S_n	≥ 800 g/m^2	CF-Prüfverfahren nach DIN CEN/TS 12390-9, Prüfung von Festbeton – Teil 9: Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand – Abwitterung
Frost-Tausalz-Widerstand S_n	≥ 500 g/m^2	CDF-Prüfverfahren nach DIN CEN/TS 12390-9

Anforderungen an die Materialien für Fugen- und Bettungsmörtel nach DIN 18318

Tabelle 4. Anforderungen an gebundene Fugenstoffe, Bindemittel Reaktionsharz auf Epoxidharz-, Polyurethanbasis sowie Polybutadien

Eigenschaften	Anforderungen	Prüfung nach
Druckfestigkeit	Begehbar ≥ 5,0 MPa Befahrbar, Fahrzeuge bis 3,5t ≥ 15,0 MPa Befahrbar, Fahrzeuge über 3,5t ≥ 25,0 MPa	DIN EN 12808-3
Haftzugfestigkeit	Begehbar ≥ 0,4 MPa Befahrbar, Fahrzeuge bis 3,5t ≥ 0,8 MPa Befahrbar, Fahrzeuge über 3,5t ≥ 1,0 MPa	ALP Pgeb, Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen für Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung

Sollen gebundene Fugen wasserdurchlässig hergestellt werden, ist als Bindemittel Reaktionsharz oder Polybutadien zu verwenden.

2.3 Für Fugen- und Bettungsstoffe von begrünbaren Pflasterdecken und Plattenbeläge gelten die Anforderungen der FLL „Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen“.

2.4 Für Fugen- und Bettungsstoffe von versickerungsfähigen Pflasterdecken und Plattenbeläge gelten die Anforderungen aus dem „Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen“ (FGSV M VV).

Ausführung gebundene Bauweise

3.3 Gebundene Pflasterdecken und Plattenbeläge

3.3.1 Allgemeines

Bei gebundenen Pflasterdecken und Plattenbelägen sind Bettung und Fugenfüllung unter der Zugabe von Bindemitteln auszuführen.
Pflastersteine und Platten müssen frei von haftungsvermindernden Substanzen, z.B. Gesteinsmehl und sonstigen Verunreinigungen, sein.
Bei gebundenen Pflasterdecken und Plattenbelägen sind vereinzelte Rissbildungen, z.B. durch Schwind- und Kriechvorgänge, ≤ 0,8mm Breite zulässig.

3.3.2 Bettung

Beim Einbauen der Pflastersteine und Platten darf der Bettungsstoff nicht mehr als 1/3 der Pflasterstein- bzw. Plattendicke in der Fuge aufsteigen.
Es gelten die Anforderungen nach Tabelle 5.

Anforderungen an die Materialien für Fugen- und Bettungsmörtel nach DIN 18318

Tabelle 5. Anforderungen und Prüfungen für gebundene Bettungen

Eigenschaften	Anforderungen			Prüfung nach
	begehbar	**Befahrbar, Fahrzeuge bis 3,5t**	**Befahrbar, Fahrzeuge über 3,5t**	
Dicke	50mm ± 10mm			Nivellement
		auf Dränbetontragschicht oder auf Wasserdurchlässiger Asphalttragschicht		
Druckfestigkeit $f_{c,cube,28}$	≥ 4 MPa	≥ 10 MPa	≥ 15 MPa	DIN EN 12390-3
Infiltrationsrate I_A	≥ 180mm/h (2l Prüfflüssigkeit müssen in höchstens 10min abgeflossen sein)			DIN EN 12616, Verfahren A, Messung mit dem Einzelringfiltrometer, Durchmesser 300mm, aufgesetzt und abgedichtet; Grenzabweichung von 10%

Ausführung gebundene Bauweise

3.3.3 Haftbrücken

Steine und Platten sind mit einer Haftbrücke aus zementhaltigem Mörtel frisch in die Bettung zu versetzen. Die Haftbrücke darf die Wasserdurchlässigkeit der Bettung im Bereich der Fugen nicht beeinträchtigen.
Für die Haftfestigkeit zwischen Stein- oder Plattenunterseite und der gebundenen Bettung gelten die Anforderungen nach Tabelle 6.

3.3.4 Fugen

Die Fugenbreite muss 10mm ± 5mm, bei spaltrauem Kleinpflaster aus Naturstein sowie bei Belägen mit Plattenlängen ≥ 600mm 15mm ± 5mm betragen. Bei spaltrauen Großpflaster aus Naturstein und bei spaltrauen Natursteinplatten sind in Abhängigkeit von deren Maßtoleranzen Fugenbreiten bis 30mm zulässig.
Die Fugen sind bis mindestens 5mm und höchstens 1mm unter den oberen Rändern der Pflastersteine und Platten bzw. bis zur unteren Kante etwaig vorhandener Fasen, Rundungen und dergleichen mit Fugenstoff zu füllen, der die Anforderungen nach Tabelle 3 erfüllt.
Sollen Bewegungsfugen ausgeführt werden, sind diese durchgängig in allen hydraulisch gebundenen Schichten des Oberbaus auszubilden.
Für Haftzugfestigkeit zwischen Pflasterstein bzw. Platte und Fugenstoff an der fertigen Leistung gelten die Anforderungen nach Tabelle 6.

Anforderungen an die Materialien für Fugen- und Bettungsmörtel nach DIN 18318

Tabelle 6. Anforderungen an die Haftzugfestigkeit

Nutzungsabgrenzung nach der größten Verkehrsbelastung	Haftzugfestigkeit MPa	Prüfung nach
Begehbar	Ohne Verbundverlust	Entnahme durch Bohrkern 100mm
Befahrbar, Fahrzeuge bis 3,5t	≥ 0,4	ALP Peg, Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen für Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung jedoch mit 100mm Bohrkern
Befahrbar, Fahrzeuge über 3,5t	≥ 0,5	

Gegenüberstellung der Anforderungen verschiedener Regelwerke an die Anforderung bei der Verwendung von Bindemitteln

Material bzw. Schicht	RiLi DNV	FGSV M FPgeb		WTA Merkblatt		ZTV Wegebau	
	grundsätzlich	Im Labor	Am Bauwerk	Im Labor	Am Bauwerk	Im Labor	Am Bauwerk
Druckfestigkeit Fugenmörtel	VBK 1≥ 10 , VBK2 ≥ 10 , VBK3 ≥15 VBK4 ≥20 , VBK5 ≥ 25, VBK6 ≥ 30, VBK7 ≥ 40 N/mm²	Fugenmörtel TYP A: mindestens 40 N/mm² und höchstens 70 N/mm² Fugenmörtel TYP B: mindestens 30 N/mm² und höchstens 40 N/mm²	-	≥ 40 N/mm² i.M., jeder Einzelwert ≥ 35 N/mm² nach 28 Tagen, ≤ 56 N/mm² nach 56 Tagen	≥ 30 N/mm², mindestens 70% der Laborfestigkeit Nach 28 Tagen	N1 ≥ 10 N/mm² N2 ≥ 20 N/mm² N3 ≥ 30 N/mm²	-
Biegezugfestigkeit Fugenmörtel		i.M. Mindestens 6 N/mm² Jeder Einzelwert mindestens 5 N/mm² E-Mdull TYP A: mindestens 17.000 und höchstens 22.000 N/mm² E-Mdul Typ B: mindestens 14.000 N/mm² und höchstens 17.000 N/mm²	-	≥ 6 N/mm² nach 28 Tagen	-	-	-
Fugenmörtel Frost- und Tausalzwiderstand	CDF Verfahren ≤ 800 g/m²	CDF-Versuch Abwitterung nach Versuch höchstens 500 g/m²	-	Nach CDF-Versuch Abwitterung i.M. ≤ 1000 g/m², jeder Einzelwert ≤ 1500 g/m²	-	Nach CDF-Versuch Abwitterung i.M. ≤ 800 g/m²	-
Druckfestigkeit Bettungsmörtel	Genaue Spezifikationen sind der RiLi zu entnehmen VBK 1 : Keine Anforderung VBK 2 bis 4 i.M. ≥ 5 N/mm², jeder Einzelwert ≥ 4 N/mm² im eingebauten Zustand am Bohrkern VBK 5 bis 7 i.M. ≥ 8 N/mm², jeder Einzelwert ≥ 6 N/mm² im eingebauten Zustand am Bohrkern	i.M. 30 N/mm², kein Einzelwert unter 25 N/mm²	Jeder Einzelwert mindestens 17 N/mm²	BKL V/VI ≥ 35 N/mm² BKL III/IV ≥ 45 N/mm² BKL III (hohe Beanspruchung) ≥ 54 N/mm²	BKL V/VI ≥ 20 N/mm² BKL III/VI ≥ 25 N/mm² BKL III (hohe Beanspruchungen) ≥ 30 N/mm²	Bettungstyp 1 (mit Gesteinskörnung 0,063 bis 2 mm) N1 ≥ 10 N/mm² N2 ≥ 20 N/mm² N3 ≥ 30 N/mm² Bettungstyp 2 (ohne Gesteinskörnung 0,063 bis 2 mm) N1, N2, N3 ≥ 10 N/mm²	Bettungstyp 1 (mit Gesteinskörnung 0,063 bis 2 mm) N1 ≥ 5 N/mm² N2 ≥ 10 N/mm² N3 ≥ 15 N/mm² Bettungstyp 2 (ohne Gesteinskörnung 0,063 bis 2 mm) N1, N2, N3 ≥ 4 N/mm²
Wasserdurchlässigkeit Bettungsmörtel	≥ 5,4 x 10^{-4} m/s im eingebauten Zustand Kapillares Saugverhalten am Bohrkern oder Würfel ≤ 5 M.%	5 x 10^{-5} m/s	-	≥ 10^{-6} mit Hohlraumgehalt ≥ 20 Vol.-%	-	-	≥ 10^{-4} m/s

Anforderungen an das Material für die Dränbetontragschicht

Die Eignung des zum Einsatz kommenden Material ist durch ein Prüfzeugnis nachzuweisen.

Gemäß dem **Merkblatt für Dränbetontragschichten** sind folgende Anforderungen einzuhalten

- Von außen zugänglicher Hohlraumgehalt von mindestens 15 Vol.-%
- Wasserdurchlässigkeit von mindestens 10^{-3} m/s
- Mittlere Druckfestigkeit von 3 zusammenhängenden Prüfkörpern nach 28 Tagen (am Würfel 150 mm oder Zylinder H/D = 150/150 mm) 15 N/mm²
- Der W/Z Wert sollte 0,4 nicht überschreiten
- Der Sandanteil 0/1 bzw. 0/2 sollte ca. 10 M.-% betragen.

Gemäß dem **Merkblatt für Dränbetontragschichten sind folgende Anforderungen im eingebauten Zustand** einzuhalten

- Von außen zugänglicher Hohlraumgehalt von mindestens 15 Vol.-%
- Wasserdurchlässigkeit von mindestens 10^{-3} m/s
- Mittlere Druckfestigkeit von 3 zusammenhängenden Prüfkörpern nach 28 Tagen (am Würfel 150 mm oder Zylinder H/D = 150/150 mm) i.M. mindestens 8 N/mm^2 und kein Einzelwert kleiner 6 N/mm²
- Bei DBT unter ungebundenen Pflasterdecken und Plattenbelägen kann auf Kerben in der DBT verzichtet werden, da grundsätzlich direkt auf der DBT ein Vliesstoff anzuordnen ist.

Anforderungen an das Material für die Dränbetontragschicht

Anmerkung des SV

Bei der Herstellung einer Dränbetontragschicht ist außerdem das Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen zu beachten. Auf dieses Merkblatt wird auch im Arbeitspapier Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung verwiesen. Die Korngrößenverteilung des Dränbetons sollte unter Beachtung der Wasserdurchlässigkeit und des zu erzielen Schichtenverbundes zwischen Tragschicht und Bettung jeweils individuell festgelegt werden.

Anforderungen an das Material für die Dränbetontragschicht gemäß ZTV Wegebau

Für Dränbetontragschichten unter Zugabe von Gesteinskörnungen 0,063 mm bis 2 mm gelten die Anforderungen gemäß FGSV Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen (Druckfestigkeit C16/20).

Für Dränbetontragschichten ohne Verwendung von Gesteinskörnungen 0,063 mm bis 2 mm gelten nachstehende Anforderungen:

- Druckfestigkeit ≥ 8 N/mm²
- Wasserinfiltrationsrate von mindestens 10-3 m/s

Anforderungen im eingebauten Zustand

- Für Dränbetontragschichten unter Zugabe von Gesteinskörnungen 0,063 mm bis 2 mm
- Druckfestigkeit ≥ 15 N/mm²
- Wasserinfiltrationsrate von mindestens 10-4 m/s

Für Dränbetontragschichten ohne Verwendung von Gesteinskörnungen 0,063 mm bis 2

- Druckfestigkeit ≥ 4 N/mm²
- Wasserinfiltrationsrate von mindestens 10-4 m/s

Anforderungen an das Material für die Dränbetontragschicht gemäß RiLi DNV

- Genaue Spezifikationen sind der RiLi zu entnehmen (z.B. Laborwerte, o.ä.)
- VBK 1: Keine Anforderung
- VBK 2 bis 4 i.M. ≥ 5 N/mm², jeder Einzelwert ≥ 4 N/mm² im eingebauten Zustand am Bohrkern
- VBK 5 bis 7 i.M. ≥ 8 N/mm², jeder Einzelwert ≥ 6 N/mm² im eingebauten Zustand am Bohrkern
- ≥ 5,4 x 10-4 m/s im eingebauten Zustand
- Kapillares Saugverhalten am Bohrkern oder Würfel ≤ 5 M.%

Verlegung einer Natursteinplatte mittels Vakuum-Verlegegerät

Granitplatten 30/30/14, 60/30/14 sowie 80/30/14 cm

Hinterschnittene Seitenflächen, geschnittene und leicht aufgeraute Unterseite, gestockte Oberseite

Abb. 1: Verlegung einer Natursteinplatte mittels Vakuum-Verlegegerät
Abb. 2: Verlegung auf eine vorbereitete Bettung aus Werktrockenmörtel der Körnung 0/5 mm
Abb. 3: Dränbetontragschicht der Körnung 16/32 mm trocken, besser vornässen

Beispielhafte Verarbeitung von Pflasterfugenmörtel aus Epoxidharz

Fugenmörtel ausbringen, Fugen füllen, verfugte Fläche,

Fläche abfegen, fertig verfugte Fläche

Beispielhafte Verarbeitung von zementgebundenem Pflasterfugenmörtel

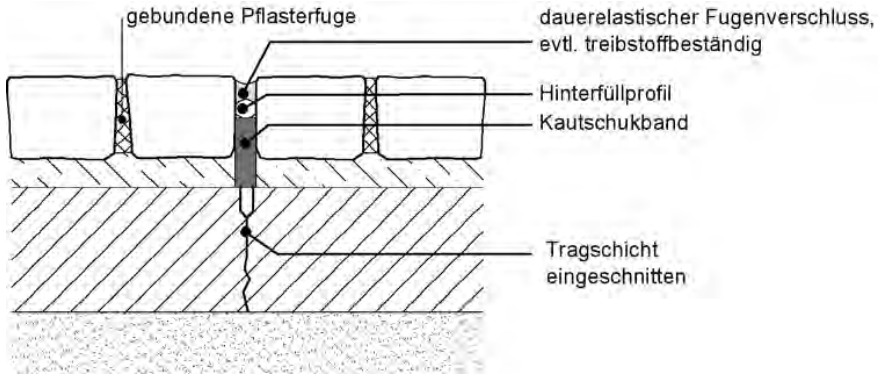
Fugenmörtel ausbringen, Fugen von unten nach oben mit flüssigem Metall füllen, Reinigung mit Schwammputzmaschine

8.1 Allgemeines zu Bewegungsfugen

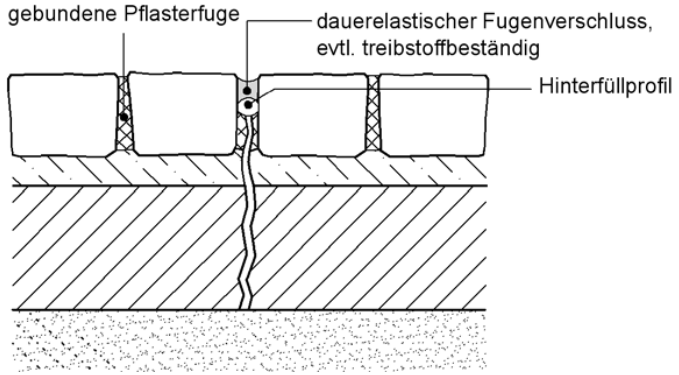
Vorgaben hinsichtlich der Anordnung von Bewegungsfugen anhand der gültigen Regelwerke

Bewegungsfugen	DIN 18318	RiLi DNV	FGSV M FPgeb	WTA Merkblatt
Abstand	Bei Rinnen Maximal 12 m, bei befahrenen Rinnen 4 bis 6 m	Feldgröße bei Platten ca. 20 bis 25 m² Feldgröße bei Klein- und Großpflaster ca. 50 bis 60 m²	Übliche Abstände liegen zwischen 4 und 10 m	Je nach Gesteinsart, Elementgröße und Art der Fugenfüllung 5 bis 7 m
Ausführung	Keine	Bei Verkehrsbelastung mit Stützköper im unteren Fugenbereich, Mindestfugenbreite 10 mm	Beispielhafte Ausführungen mit Bewegungsfugen-scheibe	Beispielhafte Ausführungen ohne Stahlwinkel
Sonstige Anforderungen	Keine	Keine	An Einbauten und Gebäuden	0,75 m vor und hinter Straßenabläufen, Einbauten und Gebäude

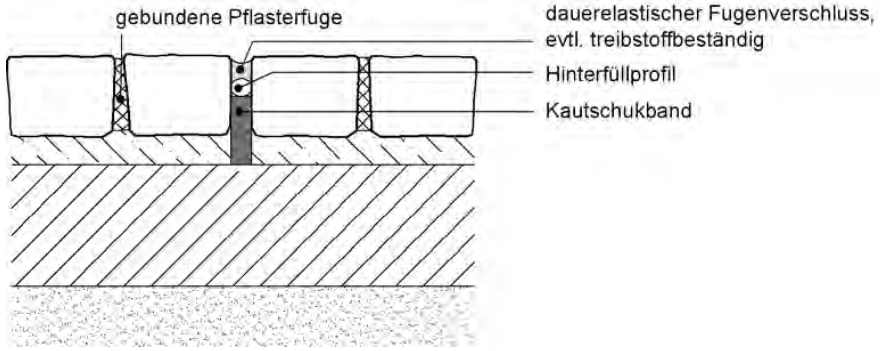
Ausbildungsmöglichkeiten einer Bewegungsfuge nach dem WTA Merkblatt (Auszug)



Bewegungsfuge oberhalb Einschnitt bzw. Kerbung in der Tragschicht



Nachträglich ausgebildete Scheinfuge an einem "wilden" Riss



Bewegungsfuge ohne Einschnitt in der Tragschicht

9. Schadenspotential

Abb. 1: Dehnungsfuge mit einer „Dehnscheibe“ ausgebildet

Abb. 2: Risse in Betonpflastersteinen an einer Dehnungsfuge

Abb. 3: Dehnungsfuge falsch eingebaut, Fugenmörtel wurde über der Dehnscheibe eingebaut und führt somit zu einer Druckkraftkonzentration

9. Schadenspotential

Abb. 1: kein kraftschlüssige Längskraftübertragung, Druckkraft-konzentration führt zum Schaden

Abb. 2: keine kraftschlüssige Längskraftübertragung, Aufwölbung ist die Folge (mangelhafte Dehnungsfuge)

6. Schadenspotential

Abb. 1: Verformungen im Betonsteinpflaster „Grundbruch – keine reversiblen Verformungen mehr möglich“
Abb. 2: Unterseite einer Natursteinplatte
Abb. 3: Fugen- und Bettungsmaterial nach dem Aufnehmen der Platte

9. Schadenspotential

Abb. 1: Betonstein nach der Frost- und Tausalzprüfung

Abb. 2: stehendes Wasser auf der Bettung

Abb. 3: wackelnde Pflasterziegel

Abb. 4: wackelnde Verbundpflastersteine

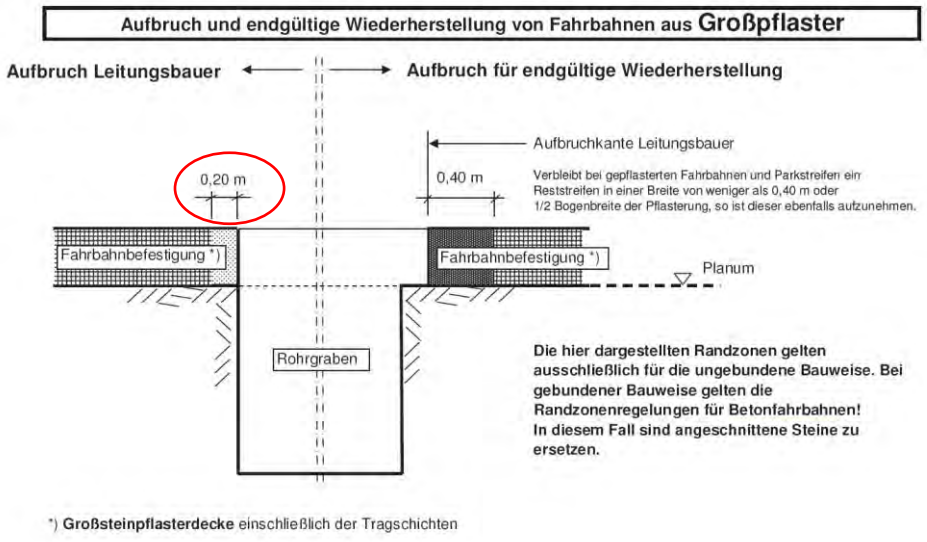
9. Schadenspotential

Abb. 1: Natursteinpflaster unmittelbar nach der Herstellung

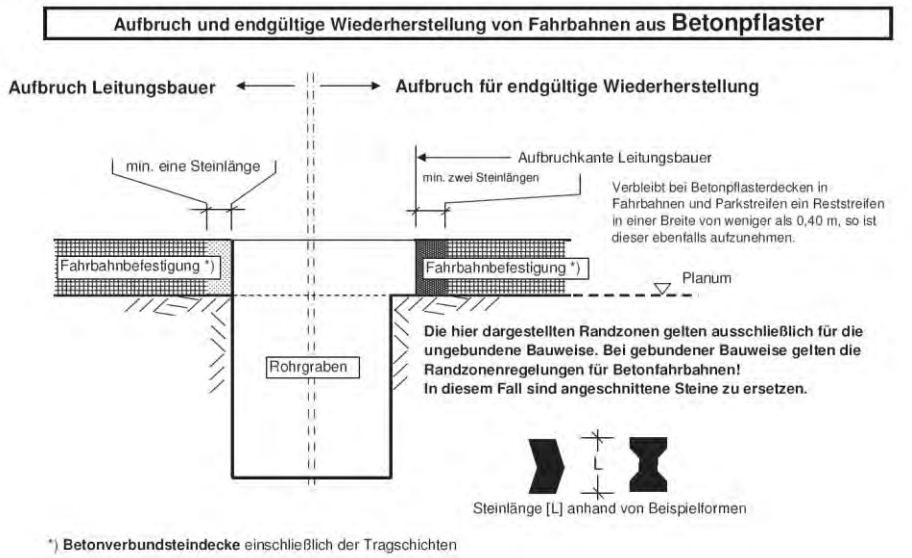
Abb. 2: Natursteinpflaster bewegt sich bei Betätigung der Servolenkung auf der Stelle

10. Aufgrabungen

Aufgrabungen nach der ZTV A und den Ausführungsvorschriften zu § 7 des Berliner Straßengesetzes



Anlage 4 §7 Berliner Straßengesetz Großpflaster,
bei Kleinpflaster 0,15 statt 0,20 m



Anlage 6 §7 Berliner Straßengesetz Betonpflaster

10. Aufgrabungen

Aufgrabungen nach der ZTV A und den Ausführungsvorschriften zu § 7 des Berliner Straßengesetzes

Anforderungen je Aufgrabung
Verbindliche Regelungen für die endgültige
Wiederherstellung von Fahrbahnen, Geh- und
Radwegen nach Aufgrabungen
Allgemeines

Für das Planum und die Tragschicht ohne Bindemittel ist die Einhaltung der geforderten Verdichtung mit der dynamischen Fallplatte je Aufgrabungsfläche nachzuweisen. Die Einhaltung der Verdichtung im Bereich des verfüllten Baugrabens ist mit Rammsondierungen (leichte Rammsonde nach DIN EN ISO 22472-2, Künzelstab) in Eigenüberwachung nachzuweisen. Für das Planum ist ein Wert $E_{vd} \geq 25$ MN/m² mit dem dynamischen Plattendruckversuch nachzuweisen. Für die Tragschicht ohne Bindemittel in Geh- und Radwegen beziehungsweise für Frostschutzschichten muss der zu erreichende Wert $E_{vd} \geq 40$ MN/m² betragen.

Der für die Tragschicht ohne Bindemittel in der Fahrbahn sowie im Bereich von Stellplätzen für Kraftfahrzeuge oder Gehwegüberfahrten zu erreichende Wert E_{vd} muss ≥ 80 MN/m² betragen.

Kontrollprüfungen nach den Straßenbauvorschriften dürfen nur von Prüfinstituten vorgenommen werden, die nach den Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau – RAP Stra im Land Berlin anerkannt sind.