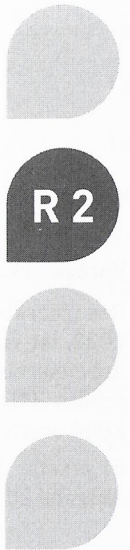


M FG

Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten

Ausgabe 2022



© 2022 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdruckes, der Übersetzung, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen sowie Verbreitung im Internet bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

ISBN 978-3-86446-305-1

Arbeitsgruppe Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen
Arbeitsausschuss: Pflasterdecken und Plattenbeläge
Arbeitskreis: Merkblatt für Verkehrsflächen mit Großformaten

Leitung:

Dipl.-Ing. Dietmar Ulonska, Bonn

Mitarbeitende:

Dipl.-Ing.(FH) Bernd Burgetsmeier, Friedberg

Techn. BW Alexander Eichler, Elchingen

Prof. Dr.-Ing. Carsten Koch, Köln

Dipl.-Ing. Andreas Leissler, Iffezheim

Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Rupp, Fronhausen

Dipl.-Ing. (FH) Wulf Schneider, Trier

Dr. rer. nat. Johannes Tombers, Serrig

Vorbemerkung

Das „Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten“ (M FG), Ausgabe 2022, ist von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen vom Arbeitskreis „Merkblatt für Verkehrsflächen mit Großformaten“ im Arbeitsausschuss „Pflasterdecken und Plattenbeläge“ (Leitung: Prof. Dr.-Ing. Carsten Koch, Köln) erarbeitet worden.

Es ersetzt das „Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten“ (M FG), Ausgabe 2013.

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Allgemeines	7
2 Begriffe	7
3 Geltungsbereich	10
4 Baugrundsätze (Planungshinweise)	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Unterlage	12
4.2.1 Allgemeines	12
4.2.2 Tragschichten ohne Bindemittel	13
4.2.3 Tragschichten mit Bindemittel	14
4.2.3.1 Allgemeines	14
4.2.3.2 Dränbetontragschichten	15
4.2.3.3 Wasserdurchlässige Asphalttragschichten	16
4.2.4 Nachweis der Eignung der Unterlage	16
4.3 Planumsentwässerung, Sickeranlagen	18
4.4 Dimensionierung des Oberbaus	18
4.4.1 Allgemeines	18
4.4.2 Dimensionierung der Tragschichten aus Gründen der Tragfähigkeit	19
4.4.2.1 Tragschichten ohne Bindemittel	19
4.4.2.2 Tragschichten mit Bindemittel	21
4.4.3 Dimensionierung der Großformate	21
4.4.4 Dimensionierung aus Gründen der Frostsicherheit	23

	Seite
4.5 Großformatbelag	23
4.5.1 Allgemeines	23
4.5.2 Bettung	24
4.5.3 Griffigkeit und Rutschwiderstand	24
4.5.4 Entwässerung der Oberfläche	24
4.5.5 Verband	25
4.5.5.1 Allgemeines	25
4.5.5.2 Ungebundene Großformatbeläge	25
4.5.5.3 Gebundene Großformatbeläge	26
4.5.5.4 Fugenbreiten	26
4.5.6 Anschlüsse	27
4.5.7 Höhenversprung, vertikaler Absatz	29
4.5.8 Radienausbildungen	29
4.5.9 Bewegungsfugen bei gebundenen Großformatbelägen	29
4.5.10 Besondere örtliche Gegebenheiten	30
4.5.10.1 Allgemeines	30
4.5.10.2 Überdachte Flächen	30
4.5.10.3 Stark geneigte Flächen	30
4.5.10.4 Ausbildung der Hochpunkte bei Neigungswechseln	31
4.6 Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen	31
5 Bauprodukte	34
5.1 Bettungs- und Fugenmaterialien	34
5.1.1 Allgemeines	34
5.1.2 Bettungsmaterial	34
5.1.3 Fugenmaterial	36
5.1.4 Fugenschlussmaterial	38

	Seite
5.2 Bettungs- und Fugenmörtel	38
5.3 Haftvermittler	38
5.4 Pflasterfugenmassen	38
5.5 Geotextilien	38
5.6 Großformate	38
5.6.1 Allgemeines	38
5.6.2 Anforderungen	39
5.6.3 Zulässige Abweichungen von den Nennmaßen	39
5.7 Bauprodukte für Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen	41
6 Ausführung	40
6.1 Untergrund, Unterbau	41
6.2 Planumsentwässerung, Sickeranlagen	41
6.3 Tragschichten	41
6.3.1 Allgemeines	41
6.3.2 Schichten ohne Bindemittel	41
6.3.3 Tragschichten mit Bindemittel	42
6.3.3.1 Allgemeines	42
6.3.3.2 Dränbetontragschichten	42
6.3.3.3 Wasserdurchlässige Asphalttragschichten	43
6.4 Bettung	43
6.4.1 Ungebundene Ausführung	43
6.4.2 Gebundene Ausführung	43
6.5 Verlegung	44
6.5.1 Allgemeines	44
6.5.2 Versetzen bei gebundenem Großformatbelag	44
6.5.3 Anschlüsse	45
6.5.4 Verlegung in Radien und Kurven	46

	Seite
6.6 Verfugen und Verdichten	46
6.6.1 Allgemeines	46
6.6.2 Ungebundene Ausführung	46
6.6.3 Gebundene Ausführung	47
6.7 Lage des Großformatbelages, zulässige Abweichungen	47
6.7.1 Bettungsdicke	47
6.7.2 Fugenbreite	47
6.7.3 Neigung der Belagsoberfläche	48
6.7.4 Höhenversprung, vertikaler Absatz	48
6.7.5 Profilgerechte Lage und Ebenheit	48
6.8 Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen	49
7 Verkehrsfreigabe	49
7.1 Allgemeines	49
7.2 Ungebundene Ausführung	49
7.3 Gebundene Ausführung	49
Anhang A: Technische Regelwerke und Literaturverzeichnis ...	50

1 Allgemeines

Das „Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten“ (M FG) gibt Hinweise und Empfehlungen für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächenbefestigungen mit Großformatbelägen. Es soll dazu beitragen, die entsprechenden Befestigungen sachgerecht und nach einheitlichen Grundsätzen herzustellen.

Typische Anwendungsbereiche für Beläge mit Großformaten sind zum Beispiel:

- städtebaulich hervorgehobene und repräsentative Verkehrsflächen und Plätze, sofern diese nur mit geringer Geschwindigkeit befahren werden,
- Fußgängerzonen und andere Fußgängerverkehrsflächen,
- Gebäudevorfahrten,
- Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr sowie Geh- und Radwege,
- Fahrbahnen von Straßen sowie gewerblich oder betrieblich genutzte Verkehrs- und Lagerflächen, sofern diese nur mit geringer Geschwindigkeit befahren werden.

Das M FG beschreibt den Stand der Technik, basierend auf zum Teil langjährigen positiven Erfahrungen mit entsprechenden Bauvorhaben, der geeignet ist, um funktionsfähige Verkehrsflächenbefestigungen mit Großformatbelägen mit einer angemessenen Nutzungsdauer realisieren zu können.

Merkblätter sind nach ihrem hauptsächlichen (primären) Verwendungszweck weder als Vertragsgrundlage noch als Richtlinie geeignet. Nach ihrem sekundären Verwendungszweck können Merkblätter auszugsweise oder umgestaltet auch als Vertragsbestandteil in der Leistungsbeschreibung von Bau-, Liefer-, Dienst- und freiberuflichen Leistungen verwendet werden (siehe FGSV 2018: „Grundlagen für das Erstellen von Technischen Regelwerken und Wissensdokumenten für das Straßen- und Verkehrswesen“, Ausgabe 2018).

2 Begriffe

Großformat

Befestigungselement aus Beton oder Naturstein, dessen Gesamtlänge größer als 400 mm ist, mit einer maximalen Gesamtlänge von 1.250 mm. Die Mindestnennstärke beträgt 100 mm. Die Gesamtlänge dividiert durch die Gesamtbreite ist nicht größer als 2,5.

Anmerkung: Großformate können Pflastersteine aus Beton gemäß der DIN EN 1338, Platten aus Beton gemäß der DIN EN 1339, Platten aus Naturstein gemäß der DIN EN 1341 oder Pflastersteine aus Naturstein gemäß der DIN EN 1342 sein.

Gesamtlänge

Die längere Seite des kleinstmöglichen Rechtecks, welches das Großformat umschließen kann, ausschließlich etwaig angeformter Profile, zum Beispiel Abstandshilfen. Bei rechteckigen Großformaten entspricht die Gesamtlänge der größten Kantenlänge und der Nennlänge.

Gesamtbreite

Die kürzere Seite des kleinstmöglichen Rechtecks, welches das Großformat umschließen kann, ausschließlich etwaig angeformter Profile, zum Beispiel Abstandshilfen. Bei rechteckigen Großformaten entspricht die Gesamtbreite der kleineren der beiden Kantenlängen und der Nennbreite.

Belag mit Großformaten; Großformatbelag

Oberste Schicht des Oberbaus aus Großformaten einschließlich Bettung und Fugenfüllung.

Anmerkung: siehe Bild 1

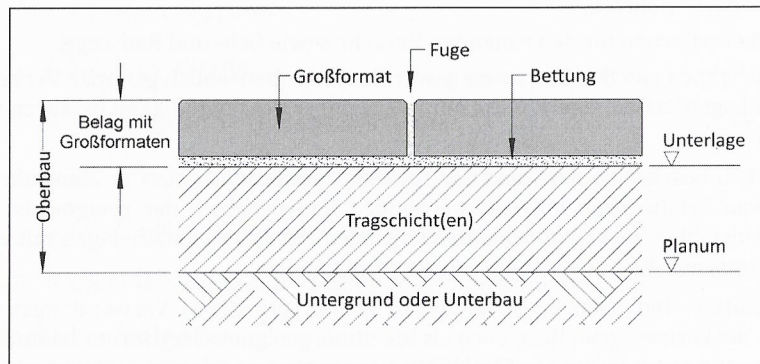


Bild 1: Bauweise mit Großformaten (Beispiel)

Bettung

Unterer Teil des Belages mit Großformaten, hergestellt aus Bettungsmaterial oder Bettungsmörtel.

Bettungsmaterial

Baustoffgemisch ohne Bindemittel zur Herstellung einer ungebundenen Bettung.

Bettungsmörtel

Hydraulisch gebundenes oder kunstharzgebundenes Baustoffgemisch zur Herstellung einer gebundenen Bettung.

Fuge

Vorgesehener Zwischenraum in oder zwischen Oberflächenbefestigungen sowie an Einbauten oder bei Bauwerken.

Anmerkung: Hier Zwischenraum zwischen den Befestigungselementen oder zu den Randeinfassungen bzw. zu den Einbauten in der jeweiligen Verkehrsfläche.

Fugenmaterial

Baustoffgemisch ohne Bindemittel zur Füllung einer ungebundenen Fuge.

Fugenmörtel

Hydraulisch gebundenes oder kunstharzgebundenes Baustoffgemisch, mit dem die Fugen mit Ausnahme der Bewegungsfugen verfüllt werden.

Fugenschlussmaterial

Baustoffgemisch ohne Bindemittel zur möglichen abschließenden Füllung des oberen Bereiches einer Fuge.

Anmerkung: Fugenschlussmaterial soll die Stabilisierung des Fugenmaterials fördern (ungebundene Pflasterbauweise).

Haftvermittler

Bauprodukt zur Verbesserung des Haftverbundes an der Grenzfläche zwischen Bauteilen.

Pflasterfugenmasse

Thermoplastische Masse mit überwiegendem Anteil von Bitumen als Bindemittel.

Verband

Geometrische Anordnung, in der Großformate verlegt oder versetzt werden.

Unterlage

Bereich unter der jeweils herzustellenden Schicht, zum Beispiel Bereich unter dem Belag mit Großformaten.

Unterwinklung; Unterschnitt; Hinterschnitt

Horizontales Maß der Abweichung von der Rechtwinkligkeit an einer Seitenfläche eines Befestigungselementes aus Naturstein, bei welchem die Oberseite länger ist als die Unterseite.

Überwinklung; Überschnitt

Horizontales Maß der Abweichung von der Rechtwinkligkeit an einer Seitenfläche eines Befestigungselementes aus Naturstein, bei welchem die Oberseite kürzer ist als die Unterseite.

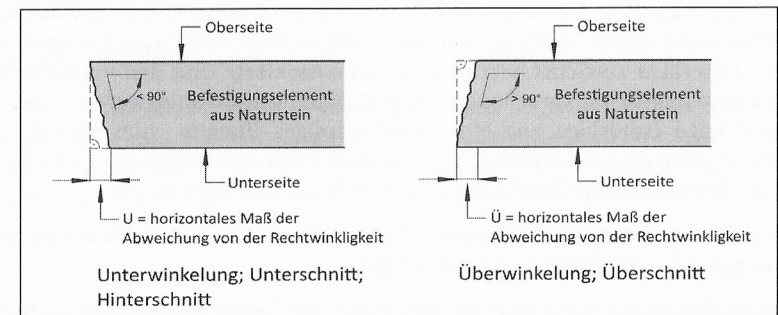


Bild 2: Unterwinklung und Überwinklung von Befestigungselementen aus Naturstein

3 Geltungsbereich

Das M FG gibt Hinweise und Empfehlungen für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächenbefestigungen mit Großformatbelägen in ungebundener oder gebundener Bauweise, die auf einer durchlässigen Unterlage ausgeführt werden.

Für die Planung und Ausführung von gebundenen Großformatbelägen ist grundsätzlich das „Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung“ (M FPgeb) anzuwenden, sofern hier keine abweichenden Empfehlungen gegeben werden.

Für die Beurteilung von Flächenbefestigungen mit Großformaten, zum Beispiel zum Verband, dem Fugenverlauf oder des äußeren Erscheinungsbildes, wird ebenfalls auf das M FPgeb verwiesen.

Für die Erhaltung von Flächenbefestigungen mit Großformaten wird auf das „Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Platten- und Großformatbelägen sowie von Einfassungen“ (M BEP) verwiesen.

Das M FG gilt für Verkehrsflächenbefestigungen, die von Kraftfahrzeugen – auch von solchen des Schwerverkehrs – befahren werden können sowie für Geh- und Radwege. Typische Anwendungsbereiche sind im Abschnitt 1 genannt.

Die Grenze der Verkehrsbelastung für einen Großformatbelag ist grundsätzlich die Belastungsklasse Bk1,8 gemäß den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO).

Soll eine Flächenbefestigung mit einem Großformatbelag für eine höhere Verkehrsbelastung hergestellt werden, entspräche dies einer Sonderkonstruktion des Straßenbaus, für die derzeit keine allgemeingültigen Hinweise und Empfehlungen aufgestellt werden können und die nur nach sorgfältiger Abstimmung zwischen Bauherr, Planung, gegebenenfalls Fachberater, Ausführung und gegebenenfalls Betrieb im Hinblick unter anderem auf vorliegende Erfahrungen, technische Funktionalität, Gestaltung, Erhaltung und Nutzungsdauer realisiert werden sollte.

Für Großformatbeläge, die auf Gebäuden oder Tiefgaragendecken ausgeführt werden sollen, kann dieses Merkblatt herangezogen werden, sofern auf der undurchlässigen Unterlage zunächst ausreichend dimensionierte und den einschlägigen Technischen Regeln entsprechende Tragschichten angeordnet werden und die undurchlässige Unterlage wie ein undurchlässiges Planum, zum Beispiel ein F3-Boden (siehe die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTV E-StB)), betrachtet wird.

Verkehrsflächen mit zulässigen Geschwindigkeiten von über 20 km/h sollten nicht mit einem Großformatbelag befestigt werden.

Dieses Merkblatt berücksichtigt Großformate aus Beton und Großformate aus Naturstein mit einem Nennmaß für die größte Kantenlänge von über 400 mm bis höchstens 1.250 mm und einer Nenndicke ab 100 mm. Damit unterscheidet sich

das M FG vom Geltungsbereich des „Merkblattes für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen“ (M FP) und den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen“ (ZTV Pflaster-StB), in denen jeweils nur Platten bis zu einer größten Kantenlänge von 600 mm enthalten sind.

Dieses Merkblatt gilt nicht für die Verlegung von so genannten Krustenplatten aus Naturstein sowie von mehrschichtigen Verbundelementen, wie zum Beispiel solchen aus Beton und Naturstein oder aus Beton und Keramik.

Das M FG kann als Ergänzung zu den Technischen Regelwerken, welche sich im Grundsatz mit Pflasterdecken und Plattenbelägen befassen, herangezogen werden. Diese Technischen Regelwerke sind (in alphabetischer Reihenfolge und ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Platten- und Großformatbelägen sowie von Einfassungen (M BEP),
- Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (M FPgeb),
- Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen (M FP),
- VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen (ATV DIN 18318),
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen (ZTV Pflaster-StB).

4 Baugrundsätze (Planungshinweise)

4.1 Allgemeines

Verkehrsflächenbefestigungen mit Großformatbelägen erfordern eine fachlich fundierte Planung, eine darauf aufbauende, vollständige und unmissverständliche Ausschreibung sowie eine qualifizierte Ausführung mit geeigneten Baustoffen. Die Durchführung einer baubegleitenden Überwachung einschließlich der erforderlichen Qualitätskontrollen wird zudem empfohlen.

Bei der Planung sind die zu erwartende Verkehrsbelastung und die Art der Nutzung zugrunde zu legen. Hierbei sollten auch – soweit vorhersehbar – spätere Nutzungsänderungen, die zu höheren oder besonderen Beanspruchungen führen, berücksichtigt werden.

Für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung sind die notwendigen Angaben, zum Beispiel zur Baustelle und zur Ausführung, zu beachten. Vergleiche auch ATV DIN 18299 und ATV DIN 18318.

Für die Festlegung von Art und Dicke der Schichten des Oberbaus von Verkehrsflächenbefestigungen spielen die RStO eine bedeutende Rolle. Dies gilt grundsätzlich auch im Falle von Großformatbelägen, wenngleich diese in den RStO nicht ausdrücklich geregelt oder beschrieben sind. Es kann daher für die Dimensionierung von Tragschichten (siehe Abschnitt 4.4) zweckmäßig sein, im Zuge der Planung zunächst den jeweiligen Einsatzbereich des Großformatbelages einer Belastungskategorie gemäß den RStO zuzuordnen.

4.2 Unterlage

4.2.1 Allgemeines

Die obere Tragschicht muss einen hohen Widerstand gegen Verformungen aufweisen, um ein Nachgeben der Unterlage und ein Abheben des lastfreien Endes des Großformates und damit vertikale Verformungen in der Flächenbefestigung zu vermeiden.

Für Flächenbefestigungen mit Großformaten können ungebundene Tragschichten (Tragschichten ohne Bindemittel – ToB) und gebundene Tragschichten (Tragschichten mit Bindemittel – TmB) ausgeführt werden. Je nach Beanspruchung der Flächenbefestigung ist eine ausreichende Tragfähigkeit für die Tragschicht ohne Bindemittel (siehe Abschnitt 4.2.2) oder die Anordnung einer Tragschicht mit Bindemittel (siehe Abschnitt 4.2.3) durch die Planung vorzugeben. Gebundene Großformatbeläge erfordern generell eine Tragschicht mit Bindemittel.

Ein Belag aus Großformaten ist nicht wasserundurchlässig, das heißt, Oberflächenwasser dringt durch die Fugen in die Konstruktion ein. Daher ist eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Unterlage erforderlich, damit eindringendes Wasser zügig bis zum Planum oder in den Untergrund abgeführt werden kann. Nach bisherigem Kenntnisstand gilt dies als erfüllt, wenn die Unterlage einen Infiltrationsbeiwert von $k_i \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s, geprüft nach den „Technischen Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau“ (TP Gestein-StB, Teil 8.3.2), aufweist.

Zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Bettungsdicke wird empfohlen, für die obere Tragschicht erhöhte Anforderungen hinsichtlich der Ebenheit und der profilgerechten Lage zu stellen. Die zulässige Abweichung von der Ebenheit sollte auf 1,0 cm innerhalb einer 4 m langen Messstrecke, die Abweichungen von der Sollhöhe auf ± 1 cm begrenzt werden.

Für die Oberfläche der oberen Tragschicht ist die gleiche Neigung wie die der Oberseite des Großformatbelages vorzusehen.

4.2.2 Tragschichten ohne Bindemittel

Baustoffgemische zur Herstellung von Tragschichten ohne Bindemittel (ToB) müssen den Anforderungen der „Technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“ (TL SoB-StB) genügen. Die Baustoffgemische sollten ausschließlich aus natürlichen gebrochenen oder ungebrochenen Gesteinskörnungen bestehen und nur einen geringen Feinanteil (Kornanteil $< 0,063$ mm) von nicht mehr als 3 M.-% bei Anlieferung auf der Baustelle aufweisen (Kategorie UF₃ nach den TL SoB-StB).

Für ein möglichst zielsicheres Erreichen einer ausreichenden Wasserdurchlässigkeit wird zudem empfohlen, den Sandanteil des Baustoffgemisches für Kies- und Schottertragschichten, das heißt den Kornanteil ≤ 2 mm, im Anlieferungszustand zu begrenzen. Hierzu kann zum Beispiel auf ein Baustoffgemisch für Schottertragschichten unter Betondecken gemäß den TL SoB-StB zurückgegriffen werden.

Recycling-Baustoffe und Baustoffe mit künstlichen Gesteinskörnungen, die eine verfestigende Wirkung haben, sollten für Tragschichten ohne Bindemittel unter Großformatbelägen nur dann vorgesehen werden, wenn hierfür positive Erfahrungen vorliegen und die Überprüfung des Infiltrationsbeiwertes der fertigen Schicht angeordnet wird (siehe Abschnitt 4.2.4). Forschungsergebnisse aus Untersuchungen an Tragschichten ohne Bindemittel aus Recycling-Baustoffen in langjährig unter Verkehr befindlichen Fahrbahnbefestigungen (Radenberg; Sedaghat; Kollar; Flottmann, 2018) haben gezeigt, dass die Infiltrationsleistung dieser Tragschichten eingeschränkt sein kann. Bei einer Flächenbefestigung mit einem Großformatbelag wäre eine ausreichende Versickerungsleistung dann nicht mehr gewährleistet.

Für Verkehrsflächen gemäß der Tabelle 1, Zeile 2, kommt als Tragschicht ohne Bindemittel lediglich eine Schottertragschicht, das heißt ein Baustoffgemisch aus überwiegend gebrochenen Materialien, oder alternativ eine Tragschicht mit Bindemittel nach dem Abschnitt 4.2.3 zum Einsatz.

Für Verkehrsflächen gemäß der Tabelle 1, Zeile 1, kann auch eine Tragschicht aus überwiegend ungebrochenen Materialien (im Allgemeinen Kiestragschicht) eingesetzt werden.

In jedem Fall sollte keine höhere Verdichtung der Tragschicht ohne Bindemittel vorgesehen werden, als es zum Erreichen der notwendigen Verdichtungsqualität (Verdichtungsgrad, Tragfähigkeit, Verhältnis E_{v2}/E_{v1}) erforderlich ist, um eine unnötige Kornverfeinerung an der Tragschichtoberfläche und damit eine Reduzierung der Wasserdurchlässigkeit zu vermeiden.

Tabelle 1: Empfohlene Tragfähigkeit auf der oberen Tragschicht ohne Bindemittel (ToB) von Flächenbefestigungen mit einem Großformatbelag in Abhängigkeit der Art der Verkehrsfläche

Zeile	Art der Verkehrsfläche	empfohlene Tragfähigkeit auf der oberen ToB
1	Geh- und Radwege, Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr sowie andere Verkehrsflächen mit einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von bis zu 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen	$\geq 150 \text{ MPa}$
2	Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk0,3 mit mehr als 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen oder Bk1,0 oder Bk1,8	$\geq 180 \text{ MPa}$

Im Rahmen von Planung und Ausschreibung sind weitere Anforderungen an Tragschichten ohne Bindemittel festzulegen, sofern sich diese nicht aus den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“ (ZTV SoB-StB) ergeben oder davon abweichen sollen. Dies können insbesondere sein:

- Art und Korngrößenverteilung des Baustoffgemisches, gegebenenfalls unter Begrenzung des Sieblinienbereiches, zum Beispiel im Hinblick auf den Feinanteil und den Sandanteil,
- Schichtdicke im eingebauten Zustand (siehe Abschnitt 4.4.2.1),
- Abweichungen von der Sollhöhe (Empfehlung: maximal $\pm 1,0 \text{ cm}$),
- Abweichungen von der Ebenheit (Empfehlung: maximal $1,0 \text{ cm}$),
- zu erreichender Infiltrationsbeiwert k_i zur Sicherstellung einer ausreichenden Wasserdurchlässigkeit (Empfehlung: $k_i \geq 10^{-5} \text{ m/s}$ im verdichteten Zustand).

4.2.3 Tragschichten mit Bindemittel

4.2.3.1 Allgemeines

Tragschichten mit Bindemittel (TmB) verfügen über eine höhere Tragfähigkeit und einen höheren Verformungswiderstand als Tragschichten ohne Bindemittel (ToB).

Bei Großformatbelägen in ungebundener Bauweise für Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,8 gemäß den RStO sollte stets eine Tragschicht mit Bindemittel vorgesehen werden. Der Einsatz einer Tragschicht mit Bindemittel kann bereits bei Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,0 sinnvoll sein.

Zur Anwendung kommt entweder eine Dränbetontragschicht (DBT) oder eine wasserdurchlässige Asphalttragschicht (WDA) in ausreichender Dicke (siehe Abschnitt 4.4.2.2 und Tabelle 4). Deren fachgerechte Herstellung erfordert entsprechende Erfahrungen auf der bauausführenden Seite.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Wasserdurchlässigkeit sollte die Dränbetontragschicht bzw. die wasserdurchlässige Asphalttragschicht einen Infiltrationsbeiwert von $k_i \geq 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, geprüft nach den TP Gestein-StB, Teil 8.3.2, im eingebauten Zustand aufweisen. Dies erfordert einen ausreichend hohen, von außen zugänglichen Hohlraumgehalt und ein entsprechend grobporiges Gefüge der Tragschicht. Nach derzeitigen Erfahrungen sollte ein Hohlraumgehalt im eingebauten Zustand von mindestens 15 Vol.-% und höchstens 20 Vol.-% gefordert werden.

Der vergleichsweise hohe Hohlraumgehalt führt in aller Regel dazu, dass an der Grenzfläche zur Bettung die Filterstabilität zu einem ungebundenen Bettungsmaterial nicht gegeben ist. Zur Sicherstellung, dass kein Bettungsmaterial in die Hohlräume der Tragschicht eindringen kann, bieten sich zum Beispiel folgende Möglichkeiten an:

- Aufbringen eines Vliesstoffes der Geotextilrobustheitsklasse mindestens GRK 3 auf der Tragschichtoberfläche. Die Masse des Vliesstoffes pro Flächeneinheit sollte $m_{A, 0,5 \%} \geq 180 \text{ g/m}^2$ betragen. Zu Geotextilien siehe auch Abschnitt 5.5.
- Aufstreuen und Einkehren eines durch praktische Versuche ermittelten geeigneten Splittes mit einem Feinanteil der Kategorie f_1 gemäß den TL Gestein-StB.

Die zu treffende(n) Maßnahme(n) sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Für den Fall, dass Geotextilien vorgesehen werden, sollten diese nicht thermisch verfestigt sein.

4.2.3.2 Dränbetontragschichten

Dränbetontragschichten (DBT) sollten grundsätzlich nach dem „Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen“ (M VV) hergestellt werden. Es sollte ein Dränbeton der Druckfestigkeitsklasse DB 25 oder DB 30 vorgesehen werden. In der Leistungsbeschreibung sollte der Nachweis der Druckfestigkeit von mindestens 14 MPa nach DIN EN 12504-1 für jeden Probekörper gefordert werden.

Die Dränbetontragschicht erfordert eine Entspannung durch Fugen oder Kerben, falls darüber die Herstellung des Großformatbelages in gebundener Bauweise vorgesehen ist. Derartige Maßnahmen können entfallen, falls auf der Dränbetontragschicht ein Großformatbelag in ungebundener Bauweise vorgesehen ist.

Um unkontrollierte Rissbildungen im gebundenen Großformatbelag zu vermeiden, sind Fugen oder Kerben der Dränbetontragschicht in dem darüber liegenden gebundenen Großformatbelag als Bewegungsfugen abzubilden bzw. die im gebundenen Großformatbelag vorgesehenen Bewegungsfugen zuvor in der Dränbetontragschicht als Fugen oder Kerben vorzusehen.

Alternativ zu diesem Vorgehen kann eine Entkoppelung von Großformatbelag und Dränbetontragschicht vorgesehen werden, zum Beispiel durch Anordnung eines Geotextils auf der Dränbetontragschicht. Die für den gebundenen Großformatbelag vorgesehenen Bewegungsfugen müssen dann nicht in der Dränbetontragschicht abgebildet werden. Die Art der Entkoppelung zwischen Dränbetontragschicht und gebundenem Großformatbelag ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

4.2.3.3 Wasserdurchlässige Asphalttragschichten

Empfehlungen zur Zusammensetzung, zum Einbau und zur Prüfung von wasserdurchlässigen Asphalttragschichten (WDA) sind dem M VV zu entnehmen.

Die wasserdurchlässige Asphalttragschicht erfordert unabhängig davon, ob der Großformatbelag in ungebundener oder gebundener Bauweise hergestellt wird, keine Entspannung, zum Beispiel durch Kerben, und somit auch keine Entkopplung vom Großformatbelag.

Die Anordnung eines Geotextils auf einer wasserdurchlässigen Asphalttragschicht kann im Hinblick auf die fehlende Filterstabilität zum ungebundenen Bettungsmaterial zweckmäßig sein (siehe Abschnitt 4.2.3.1).

4.2.4 Nachweis der Eignung der Unterlage

Eine geeignete Unterlage ist erfahrungsgemäß eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine möglichst lange schadensfreie Nutzung der Flächenbefestigung mit einem Großformatbelag. Daher wird empfohlen, insbesondere an der oberen fertiggestellten Tragschicht Prüfungen hinsichtlich ihrer Eignung vorzunehmen und einen entsprechenden Prüfplan in den Bauvertrag aufzunehmen. Dabei können die zu prüfenden Eigenschaften, die Prüfhäufigkeit und die Prüfzeitpunkte je nach Art und Größe des Bauvorhabens variiert werden. Ebenso sollte Bauvorhaben-spezifisch festgelegt werden, ob die Prüfungen als Eigenüberwachungsprüfungen oder als Kontrollprüfungen durchgeführt werden.

Die Prüfhäufigkeiten und die Bereiche, wo Prüfungen durchgeführt bzw. Proben entnommen werden, sind so auszuwählen, dass sie für das Bauvorhaben repräsentativ sind.

Die Tabelle 2 zeigt ein Beispiel für einen Prüfplan zur Bestimmung von Eigenschaften der oberen fertiggestellten Tragschicht.

Tabelle 2: Beispiel für einen Prüfplan zur Bestimmung von Eigenschaften der oberen fertiggestellten Tragschicht einer Flächenbefestigung mit Großformaten

Eigenschaft	Prüfhäufigkeit	Prüfverfahren	Anmerkungen
Verdichtungsgrad D_{Pr} (nur bei ToB)	bei Fahrbahnen 1 Prüfung je 100 m Fahrbahnlänge bei Flächen $\leq 500 \text{ m}^2$ 2 Prüfungen	Trockendichte nach DIN 18125-2 (Ballonverfahren) Proctordichte nach DIN EN 13286-2	Der Verdichtungsgrad D_{Pr} wird als Verhältnis der Trockendichte der Schicht zur Proctordichte in Prozent angegeben. Die Proctordichte ist für die jeweilige Probe zu ermitteln oder bei eindeutiger Beziehung aus vorhandenen Proctor- kurven zu entnehmen. ¹⁾
Verformungsmodul E_v (nur bei ToB)		Plattendruck- versuch nach DIN 18134 mit Lastplatte von 300 mm Durchmesser	Mit dem Plattendruck- versuch wird sowohl der E_{v2} als auch der E_{v1} bestimmt. Maßgebend für eine Aussage zur Tragfähigkeit ist der E_{v2} -Wert.
Druckfestigkeit (nur bei DBT)	bei Flächen $> 500 \text{ m}^2$	nach TP Beton-StB	Entnahme von Bohrkernen
Hohlraumgehalt bei DBT	2 Prüfungen zuzüglich	in Anlehnung an DIN EN 12390-7	Entnahme von Bohrkernen
Hohlraumgehalt bei WDA	1 Prüfung je weiterer 500 m^2	nach TP Asphalt-StB, Teil 8	Entnahme von Bohrkernen
Wasserdurchlässigkeit (qualitativ) gegebenenfalls Infiltrationsbeiwert k_i		Schnelltest nach M VV gegebenenfalls TP Gestein-StB, Teil 8.3.2	Liegen Werte für die Ab- flusszeit im Grenzbereich, ist eine hinreichende Ein- schätzung der Wasser- durchlässigkeit i. A. nicht möglich. Dann sind Infiltra- tionsmessungen nach den TP Gestein-StB, Teil 8.3.2 durchzuführen.
profilgerechte Lage	nach Erfordernis	Nivellement oder Abstandsmessung von einer Schnur	Die Querneigung kann auch mit einem Neigungs- messer geprüft werden.
Ebenheit	nach Erfordernis	TP Eben- - Berührende Messungen (4 m lange Richtlatte) ²⁾	Alternativ kann ein ent- sprechendes Ebenheits- prüfgerät verwendet wer- den. Bei Fahrbahnen erfolgt die Messung in Längsrichtung in der Mitte jedes Fahrstreifens.
Einbaudicke	nach Erfordernis	TP D-StB	

¹⁾ Ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Proctordichte kann in Anlehnung an DIN EN 13286-2, Anhang B, vorgesehen werden. Lässt sich im Einzelfall der Verdichtungsgrad aufgrund der Eigenschaften der zu prüfenden Baustoffgemische prüftechnisch nur schwierig oder nicht im erforderlichen Umfang ausführen, kann ein anderes Prüfverfahren, das den Verdichtungsgrad indirekt kennzeichnet, angewendet werden. Dafür kann die Bestimmung des Verformungsmoduls E_v durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 (z. B. Verhältnis E_{v2}/E_{v1}) in Frage kommen.

²⁾ Es ist Bauvorhaben-spezifisch festzulegen, ob Einzelmessungen oder fortlaufende Messungen durchgeführt werden.

4.3 Planumsentwässerung, Sickeranlagen

Für die Anordnung einer Planumsentwässerung und von Sickeranlagen sind die in den „Richtlinien für die Entwässerung von Straßen“ (REwS) und den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau“ (ZTV Ew-StB) beschriebenen Hinweise und Anforderungen zu beachten.

4.4 Dimensionierung des Oberbaus

4.4.1 Allgemeines

Für die Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen sind grundsätzlich die RStO anzuwenden. Dies gilt grundsätzlich auch im Falle von Großformatbelägen, wenngleich diese in den RStO nicht ausdrücklich geregelt oder beschrieben sind. Eine fach- und bedarfsgerechte Dimensionierung des entsprechenden Oberbaus kann aber in Anlehnung an dieses Regelwerk erfolgen.

Der Oberbau kann ausschließlich aus Tragschichten ohne Bindemittel (ToB) oder aus einer Kombination von Tragschichten ohne Bindemittel und einer Tragschicht mit Bindemittel (TmB) bestehen.

Die Entscheidung darüber, wie der Oberbau für ein bestimmtes Bauvorhaben hinsichtlich der Schichtenart und der Schichtenfolge letztlich konstruiert wird, hängt neben der Verkehrsbelastung und der Art der Ausführung des Belages (ungebunden oder gebunden) zum Beispiel auch davon ab,

- welche Funktion und Lage die Verkehrsfläche hat,
- wie die anstehenden Bodenverhältnisse sind,
- welche örtlichen Zwänge es unter Umständen gibt (zum Beispiel unterirdische Leitungen, begrenzte Aufbauhöhen),
- welche Baustoffe regional zur Verfügung stehen,
- welche Erfahrungen bei den für die Ausführung in Frage kommenden Unternehmen vorliegen.

Nach der Festlegung der aus Tragfähigkeitsgründen notwendigen Dicke für jede erforderliche Schicht (Frostschuttschicht, Kies- oder Schottertragschicht, Dränbeton- oder wasserdurchlässige Asphalttragschicht) sowie der Ermittlung der Dicke der Großformate ist abschließend zu prüfen, ob die Gesamtdicke des Oberbaus (Summe aller Schichtdicken) den anzusetzenden Frostkriterien genügt (siehe Abschnitt 4.4.4).

4.4.2 Dimensionierung der Tragschichten aus Gründen der Tragfähigkeit

4.4.2.1 Tragschichten ohne Bindemittel

Die Dimensionierung von Tragschichten ohne Bindemittel (ToB) für eine Oberbaukonstruktion mit einem Großformatbelag muss sich an folgenden Faktoren orientieren:

- Qualität der Unterlage,
- Art und Qualität des für die jeweilige Tragschicht vorgesehenen Baustoffgemisches,
- erforderliche Verdichtungsqualität, insbesondere Tragfähigkeit, der jeweiligen Tragschicht,
- Art der gegebenenfalls darüberliegenden Tragschicht.

Empfehlungen für die Festlegung der Schichtdicken sowie für die zu erreichende Tragfähigkeit sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Die darin angegebenen Werte basieren auf den Angaben und Vorgaben der RStO sowie den ZTV SoB-StB und sind als Anhaltswerte zu verstehen. Diese sollten grundsätzlich nicht unterschritten werden, müssen aber unter Umständen, zum Beispiel wegen regionaler gesteins- oder produktionsbedingter Qualitätsunterschiede der verfügbaren Baustoffgemische, erhöht werden. Daher sollten nach Möglichkeit nur Baustoffgemische ausgewählt bzw. verwendet werden, mit denen ausreichende Erfahrungen im Hinblick auf die erreichbare Verdichtungsqualität (Verformungsmodul, Verdichtungsgrad, Verhältniswert E_{v2}/E_{v1}) vorliegen.

Tabelle 3: Empfohlene Schichtdicken und Mindestwerte für den Verformungsmodul von Tragschichten ohne Bindemittel (ToB)

Frostschuttschicht (FSS) (ausgehend von einem Verformungsmodul auf dem Planum von $E_{v2} \geq 45$ MPa)	
FSS aus überwiegend ungebrochenem Material	Dicke ≥ 25 cm und $E_{v2} \geq 100$ MPa
FSS aus überwiegend gebrochenem Material	Dicke ≥ 20 cm und $E_{v2} \geq 100$ MPa
FSS aus überwiegend ungebrochenem Material	Dicke ≥ 35 cm und $E_{v2} \geq 120$ MPa
FSS aus überwiegend gebrochenem Material	Dicke ≥ 30 cm und $E_{v2} \geq 120$ MPa
Anmerkung 1: Die Anforderungen gelten nicht für Schichten aus frostunempfindlichem Material. Anmerkung 2: Für die Bauweise Dränbetontragschicht (DBT) unmittelbar auf Frostschuttschicht (FSS) sollte die FSS einen Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120$ MPa aufweisen.	
obere ToB (ausgehend von einem Verformungsmodul auf der FSS von $E_{v2} \geq 100$ MPa)	
Geh- und Radwege, Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr sowie andere Verkehrsflächen mit einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von bis zu 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen	
Kiestragschicht	Dicke ≥ 30 cm und $E_{v2} \geq 150$ MPa
Schottertragschicht	Dicke ≥ 20 cm und $E_{v2} \geq 150$ MPa
Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk0,3 mit mehr als 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen, Bk1,0 oder Bk1,8	
Schottertragschicht	Dicke ≥ 30 cm und $E_{v2} \geq 180$ MPa
obere ToB (ausgehend von einem Verformungsmodul auf der FSS von $E_{v2} \geq 120$ MPa)	
Geh- und Radwege, Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr sowie andere Verkehrsflächen mit einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von bis zu 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen	
Kiestragschicht	Dicke ≥ 20 cm und $E_{v2} \geq 150$ MPa
Schottertragschicht	Dicke ≥ 15 cm und $E_{v2} \geq 150$ MPa
Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk0,3 mit mehr als 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen, Bk1,0 oder Bk1,8	
Kiestragschicht	Dicke ≥ 20 cm und $E_{v2} \geq 150$ MPa, nur wenn darüber eine Tragschicht mit Bindemittel (TmB) angeordnet wird
Schottertragschicht	Dicke ≥ 20 cm und $E_{v2} \geq 180$ MPa Dicke ≥ 15 cm und $E_{v2} \geq 150$ MPa, nur wenn darüber eine Tragschicht mit Bindemittel (TmB) angeordnet wird
ToB direkt auf dem Planum (ausgehend von einem Verformungsmodul auf dem Planum von $E_{v2} \geq 45$ MPa)	
Geh- und Radwege, Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr sowie andere Verkehrsflächen mit einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von bis zu 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen	
Kiestragschicht	Dicke ≥ 50 cm und $E_{v2} \geq 150$ MPa ¹⁾
Schottertragschicht	Dicke ≥ 35 cm und $E_{v2} \geq 150$ MPa ¹⁾

¹⁾ Bei örtlicher Bewährung auch geringere Dicke möglich (vgl. auch RStO).

4.4.2 Tragschichten mit Bindemittel

Für die Festlegung der Dicke einer Tragschicht mit Bindemittel (TmB) unter einem Großformatbelag ist die Beanspruchung der betreffenden Verkehrsfläche sowie gegebenenfalls die Art der Unterlage zu berücksichtigen. Die Einhaltung der Angaben in der Tabelle 4, die sich an denen der RStO orientieren, wird empfohlen.

Tabelle 4: Empfohlene Schichtdicken von Tragschichten mit Bindemittel (TmB)

Zeile	Art der Verkehrsfläche	Dränbetontragschicht	wasserdurchlässige Asphalttragschicht	
			wenn darunter eine ToB als FSS angeordnet ist	wenn darunter eine ToB und eine weitere ToB als FSS angeordnet sind
1	Geh- und Radwege, Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr oder Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk0,3	d = 15 cm	d = 12 cm	d = 10 cm
2	Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,0 oder Bk1,8	d = 20 cm	d = 14 cm	d = 12 cm

4.4.3 Dimensionierung der Großformate

Einflussfaktoren auf die Dimensionierung der Großformate sind – neben der Verkehrsbelastung und der Art der Ausführung (gebunden oder ungebunden) – zum Beispiel:

- Höhe der Radlast,
- Reifenkontaktdruck der Fahrzeugreifen, insbesondere von Schwerfahrzeugen,
- Abmessungen der Großformate, insbesondere das Verhältnis Länge zu Breite,
- Festigkeitseigenschaften der Großformate,
- angenommene Sicherheitsbeiwerte, zum Beispiel gegen Bruch, für Überladung oder für fahrdynamische Einflüsse,
- etwaig vorliegende Besondere Beanspruchungen gemäß den RStO, wie spurfahrender oder in engen Kurven fahrender Verkehr, auf engem Raum rangierende Fahrzeuge.

Die Tabelle 5 enthält Empfehlungen zur Festlegung von Gesamtlänge und Nennstärke von Großformaten in Abhängigkeit von der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung bzw. der Belastungsklasse gemäß den RStO.

Die Empfehlungen orientieren sich an den bei Verkehrsflächen üblicherweise anzunehmenden Einflussfaktoren hinsichtlich Art und Größe. Die Anwendung die-

ser Empfehlungen setzt einerseits voraus, dass keine anderen Einflussfaktoren gelten und andererseits, dass fachgerecht geplant und ausgeführt wird, unter Verwendung geeigneter Baustoffe.

Von den Empfehlungen in der Tabelle 5 nicht abgedeckt sind zum Beispiel Flächenbefestigungen für Gewerbe und Industrie, die extrem hohen Achs- bzw. Radlasten ausgesetzt sein können, wie Containerumschlagflächen oder Bereiche mit Staplerverkehr. Auch für Flächen oder Bereiche mit hohen statischen Einzellasten können die Empfehlungen in der Tabelle 5 nicht herangezogen werden.

Tabelle 5: Empfehlungen zur Festlegung von Gesamtlänge und Nenndicke von Großformaten in Abhängigkeit der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung bzw. der Belastungsklasse gemäß den RStO

Zeile	Art der Verkehrsfläche	Gesamtlänge des Großformates ¹⁾ [mm]	empfohlene Mindestnenndicke des Großformates [mm]	
			ungebundene Ausführung ³⁾	gebundene Ausführung
1	Geh- und Radwege, Verkehrsflächen für den ruhenden Verkehr sowie andere Verkehrsflächen mit einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von bis zu 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen	> 400 bis < 500	100 oder 120	≥ 120
		≥ 500 bis < 700	120 oder 140	
		≥ 700 bis ≤ 1.250 ²⁾	140 oder 160	≥ 120
2	Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk0,3 mit mehr als 0,1 Mio. äquivalenten 10-t-Achsübergängen	> 400 bis ≤ 800	140 oder 160	≥ 140
3	Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,0	> 400 bis ≤ 750	≥ 160	≥ 140
4	Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,8	> 400 bis ≤ 600	≥ 180 ⁴⁾	≥ 140

¹⁾ Großformate mit größeren Längen sollten nicht verwendet werden.

²⁾ Die Gesamtlänge des Großformates sollte bei der gebundenen Ausführung maximal 800 mm betragen.

³⁾ Zu berücksichtigen sind zum Beispiel die Festigkeitseigenschaften der Großformate, deren Seitenverhältnis von Gesamtlänge zu Gesamtbreite sowie der vorgesehene Verband. Unter Umständen können auch größere als die hier genannten Mindestnenndicken erforderlich werden.

⁴⁾ Liegen bei Fußgängerzonen, Plätzen und ähnlichen Verkehrsflächen örtliche Gegebenheiten vor, die auf einen niedrigen Schwerverkehrsanteil schließen lassen, kann die Mindestnenndicke des Großformates auch ≥ 160 mm betragen. Die Großformate sollten dann ein Seitenverhältnis Gesamtlänge zu Gesamtbreite von nicht mehr als 1,5 zu 1 aufweisen.

Sollen derartige Verkehrs- oder Nutzflächen mit Großformatbelägen befestigt werden, entspräche dies einer Sonderkonstruktion des Straßenbaus, für die derzeit keine allgemeingültigen Hinweise und Empfehlungen aufgestellt werden können und die nur nach sorgfältiger Abstimmung zwischen Bauherr, Planung, gegebenenfalls Fachberater, Ausführung und gegebenenfalls Betrieb im Hinblick unter anderem auf vorliegende Erfahrungen, statische Erfordernisse, technische Funktionalität, Erhaltung und Nutzungsdauer realisiert werden sollte.

Für zusammenhängende Flächen sind Großformate und ergänzende Befestigungselemente mit gleicher Nenndicke vorzusehen.

4.4.4 Dimensionierung aus Gründen der Frostsicherheit

Wie sich anhand der Ausführungen im Abschnitt 4.4.2 zeigt, können sich zahlreiche Kombinationen für die Zusammensetzung der Schichten einer Oberbaukonstruktion ergeben. Je nach Ausbildung der Oberbaukonstruktion weist diese eine spezifische, aus Gründen der Tragfähigkeit erforderliche Gesamtdicke auf.

Abschließend ist durch den Planer zu prüfen, ob die festgestellte Gesamtdicke des Oberbaus den Anforderungen an die Frostsicherheit genügt. Hierzu sind unter anderem die Tabellen 6 und 7 der RStO heranzuziehen. Zusätzlich ist zu prüfen, ob im Hinblick auf die eingeschränkte Wasserdurchlässigkeit eines gegebenenfalls vorhandenen F2- oder F3-Bodens Maßnahmen, zum Beispiel gegen Staunässe, zu ergreifen sind.

Ist die aus Gründen der Frostsicherheit erforderliche Dicke des Oberbaus größer als die aus Gründen der Tragfähigkeit, ist die Dicke der Frostschutzschicht (FSS) bzw. die Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material (SfM) entsprechend zu erhöhen.

4.5 Großformatbelag

4.5.1 Allgemeines

Das Herstellen einer oder mehrerer Musterflächen zur Vereinbarung der zu erreichenden optischen Qualität des Großformatbelages im Vorfeld der Bauausführung hat sich als zweckmäßig erwiesen. Dabei sind die vorgesehenen Befestigungselemente, Bettungs- und Fugenmaterialien sowie gegebenenfalls Bettungs- und Fugenmörtel in einer Schwankungsbreite zu verwenden, die von allen Beteiligten als akzeptabel angesehen wird. Die Ausführung sollte unter praxistypischen Baustellenbedingungen erfolgen und bei Großformatbelägen in gebundener Ausführung auch die Erreichbarkeit der vorgesehenen Werte für die Haftzugfestigkeit zwischen den Großformaten und der Bettung berücksichtigen.

Weitere Hinweise sind dem M FPgeb zu entnehmen.

4.5.2 Bettung

Die Aufgabe der Bettung ist es unter anderem, die in den Großformatbelag eingebrachten Lasten mit ausreichendem Widerstand gegen Verformung in die Unterlage abzuleiten. Zudem erfolgt mit Hilfe der Bettung der Ausgleich von zulässigen Unebenheiten der oberen Tragschicht und geringer Dickenabweichungen der Großformate.

Die planmäßige Dicke der verdichteten Bettung sollte bei der ungebundenen Ausführung 3 cm und bei der gebundenen Ausführung 5 cm betragen.

4.5.3 Griffigkeit und Rutschwiderstand

Siehe ZTV Pflaster-StB und „Merkblatt über den Rutschwiderstand von Pflasterdecken und Plattenbelägen für den Fußgängerverkehr“.

4.5.4 Entwässerung der Oberfläche

Siehe REwS.

Eine ausreichende Entwässerung ist für die Dauerhaftigkeit und die Verkehrssicherheit des Großformatbelages unerlässlich. Zur Entwässerung des Belages sind Punkt- und Linienentwässerungsanlagen möglich. Eine linienförmige Entwässerung birgt im Allgemeinen weniger Nachteile als eine Punktentwässerung, zum Beispiel hinsichtlich des Ausführungsaufwandes und des Winterdienstes, und sollte daher bevorzugt werden. Zur Ausführungsplanung gehört in der Regel eine detaillierte Entwässerungsplanung einschließlich der Darstellung der Gefälleverhältnisse in einem Deckenhöhenplan.

Die Neigung des Belages ist in Abhängigkeit der Baustoffart der Großformate, deren Oberflächentextur und deren zulässigen Abweichungen von der Ebenheit der Oberseite zu bestimmen.

Die für die Entwässerung wirksame Neigung ist derart zu planen, dass der fertiggestellte Großformatbelag – auch unter Berücksichtigung der zulässigen Abweichung innerhalb der Ausführung – an keiner Stelle eine Neigung von weniger als 2,0 % aufweist. Auf die ATV DIN 18318 sowie auf den Abschnitt 6.7.3 wird verwiesen.

Durch die Entwässerungsplanung ist grundsätzlich sicherzustellen, dass es zu keiner Wasseransammlung auf der Oberfläche des Großformatbelages kommen kann.

Verwindungsbereiche sind in der Planung besonders zu berücksichtigen. In einem Verwindungsbereich wechselt die Querneigung, so dass diese an einem bestimmten Punkt $q = 0$ ist. Verwindungen entstehen auch, wenn Großformatbeläge an unterschiedliche Randhöhen angepasst werden müssen. Besondere Maßnahmen, die in Verwindungsbereichen notwendig werden können, sind zum Beispiel höhere Ebenheitsanforderungen, Verwendung von kleineren Befestigungselementen und/oder diagonal geschnittene Großformate. Entsprechende Maßnahmen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

4.5.5 Verband

4.5.5.1 Allgemeines

Die Festlegung der Nennmaße für Länge und Breite von Großformaten sollte anhand des geplanten Rastermaßes erfolgen. Dabei sind zu berücksichtigen:

- die vorgegebene Sollfugenbreite und die zugehörigen zulässigen Maßabweichungen sowie
- die zulässigen Maßabweichungen von den Nennmaßen für Länge und Breite der Großformate.

Bereits bei der Planung ist zu berücksichtigen, dass an den Großformaten etwaig angeformte Profile weder die Einhaltung der vorgegebenen Fugenbreiten, noch eine hinsichtlich der Kraftübertragung ordnungsgemäße Fugenfüllung ersetzen können. Bei Verwendung von Großformaten mit angeformten Profilen sind daher die jeweiligen herstellereits vorgegebenen Rastermaße besonders zu beachten.

Der in den ATV DIN 18318 geforderte gleichmäßige Verlauf der Fugenachsen kann gegebenenfalls im Rahmen der Planung und der Ausschreibung durch Angabe der zulässigen Abweichung vereinbart werden.

4.5.5.2 Ungebundene Großformatbeläge

Nicht jeder Verband, in dem ein ungebundener Großformatbelag hergestellt werden kann, ist für befahrene Flächen gleichermaßen geeignet. Daher ist die Wahl des Verbandes nicht nur aus gestalterischen Erwägungen, sondern auch aus funktionalen Gründen zu treffen.

Hinsichtlich der Aufnahme von Kräften aus der Verkehrsbelastung haben sich Verbände als günstig herausgestellt, deren Längs- und Querrfugen diagonal zur Fahrtrichtung verlaufen und/oder die aufgrund ihrer geometrischen Anordnung eine gute Lastverteilung erzielen.

Verbände mit Kreuzfugen oder durchgehenden Längsfugen in der Hauptfahrtrichtung sind für ungebundene Großformatbeläge im Allgemeinen ungeeignet, da es leicht zu Verschiebungen oder Verdrehungen der Belagselemente unter dem Einfluss der dynamischen Beanspruchung kommen kann. Sollen derartige Verbände dennoch zur Ausführung gelangen, zum Beispiel aus gestalterischen Gründen, sind besondere Maßnahmen vorzusehen. Dies können zum Beispiel einzeln oder in Kombination sein:

- Erhöhung der Dicke der Elemente,
- Verwendung von besonders geformten Elementen oder mit derart angeformten Profilen, dass der Verschiebewiderstand, insbesondere in horizontaler Richtung, deutlich erhöht wird,
- Verwendung von ausschließlich gebrochenem Fugenmaterial mit einem hohen Widerstand gegen Kornzertrümmerung.

Mit den gegebenenfalls zu planenden oder anzuordnenden besonderen Maßnahmen sollten bereits positive Erfahrungen vorliegen; diese können eine fachgerechte Fugenfüllung jedoch nicht ersetzen, sondern lediglich unterstützen.

Unabhängig von Form und Größe der Großformate kann sich eine Verbundwirkung nur bei Verwendung eines geeigneten Fugenmaterials und vollständig gefüllten Fugen aufbauen. Die Fugenfüllung hat somit einen entscheidenden Einfluss auf den Widerstand gegen Verschieben und Verdrehen der Großformate.

4.5.5.3 Gebundene Großformatbeläge

Eine bestimmte geometrische Anordnung der Großformate, das heißt der Verband, spielt bei einem gebunden ausgeführten Großformatbelag im Hinblick auf dessen Lagestabilität keine besondere Rolle. Für die Lage von gegebenenfalls auftretenden Spannungsrissen hingegen spielt der Verband eine wesentliche Rolle.

Die Wahl eines Verbandes mit Kreuzfugen kann für den gebundenen Großformatbelag daher von Vorteil sein.

4.5.5.4 Fugenbreiten

Für Großformatbeläge werden die Sollfugenbreiten gemäß der Tabelle 6 empfohlen. Entsprechende Anforderungen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

Tabelle 6: Empfohlene Sollfugenbreiten für ungebundene und gebundene Großformatbeläge

Baustoff	Dicke D des Großformates	Sollfugenbreite ¹⁾		
		ungebundene Ausführung	gebundene Ausführung	
		größte Kantenlänge L des Großformates (Nennmaß)		
		L ≤ 1250 mm	L ≤ 600 mm	600 < L ≤ 800 mm
Beton, Naturstein mit fein oder grob bearbeiteten Seitenflächen	100 mm ≤ D < 120 mm	4 mm	8 mm	10 mm
	120 mm ≤ D ≤ 140 mm	6 mm		
	D > 140 mm	8 mm		
Naturstein mit spalt- rauen Seitenflächen ²⁾	100 mm ≤ D ≤ 120 mm	≤ 15 mm ³⁾	15 mm	15 mm
	D > 120 mm	≤ 20 mm ³⁾	20 mm	20 mm

¹⁾ Für Großformatbeläge mit unterschiedlich großen Befestigungselementen sollte eine einheitliche Sollfugenbreite für die gesamte herzustellende Fläche durch die Planung festgelegt werden.

²⁾ Falls eine Oberfläche eines Befestigungselementes aus Naturstein nach dem Spalten nachgerichtet wird, zum Beispiel zur Vergleichmäßigung der entsprechenden Fläche, wird dies nicht als „bearbeitete Fläche“ bezeichnet, da keine steinmetzmäßige Bearbeitung, mit dem Ziel der Herstellung einer bestimmten Oberflächentextur, angewendet wurde.

³⁾ Die genannten Fugenbreiten sind tatsächliche Fugenbreiten, die im fertigen Großformatbelag nicht überschritten werden dürfen (siehe auch Abschnitt 6.7.2).

4.5.6 Anschlüsse

Bei Anschlüssen, zum Beispiel an schräg verlaufende Kanten oder an Rundungen, sind in der Regel immer Passelemente erforderlich. Dies ist bereits bei der Planung insofern zu berücksichtigen, als dass klare Vorgaben für den Ausführenden gemacht werden sollten, gegebenenfalls unterstützt durch zeichnerische Darstellungen, zum Beispiel für bestimmte Detailpunkte.

Der Aufwand für das Zuarbeiten von Großformaten kann dadurch gemindert werden, dass bereits bei der Planung immer dort vorgefertigte Formsteine vorgesehen werden, wo das technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Das Gleiche gilt auch für Bereiche mit besonderer Geometrie, wie zum Beispiel in Kurven und bei Anschlüssen an Rundungen oder Einbauten (siehe auch Abschnitt 4.5.8).

Besonders vorteilhaft ist es, wenn objektbezogen mehrere Formate als vorgefertigte Formsteine, passend zum Rastermaß des Normalelementes, zur Verfügung stehen. Jeweils ein Beispiel zeigen die Bilder 3 und 4.

Bei einem Anschluss des Großformatbelages an eine Schräge sind die beiden Fälle

- Anschluss unter einem Winkel > 45° und
- Anschluss unter einem Winkel ≤ 45°

zu unterscheiden, da dies wesentlichen Einfluss auf den Verband und das Fugenbild im unmittelbaren Anschlussbereich hat (siehe zum Beispiel Bild 4).

Alternativ zu vorgefertigten Formsteinen kann ein geeignetes Nassschnittverfahren, zum Beispiel das Wasserstrahlschneiden, vorgesehen werden, welches eine nahezu beliebige Formgebung der Passelemente erlaubt und objektbezogen individuell auf die benötigten Passelemente angewendet werden kann.

Passelemente sollten nach den im Abschnitt 6.5.3 genannten handwerklichen Grundregeln hergestellt werden.

Zwickelflächen sollten grundsätzlich vermieden werden. In Randbereichen können sie als Alternative zu vergleichsweise aufwändigen Vorfertigungs- oder Schneidverfahren eine zufriedenstellende Lösung darstellen, wenn dies technischen und gestalterischen Ansprüchen nicht entgegensteht. Anpassungselemente zur Herstellung von Zwickelflächen müssen die gleiche Dicke aufweisen wie die angrenzenden Großformate.

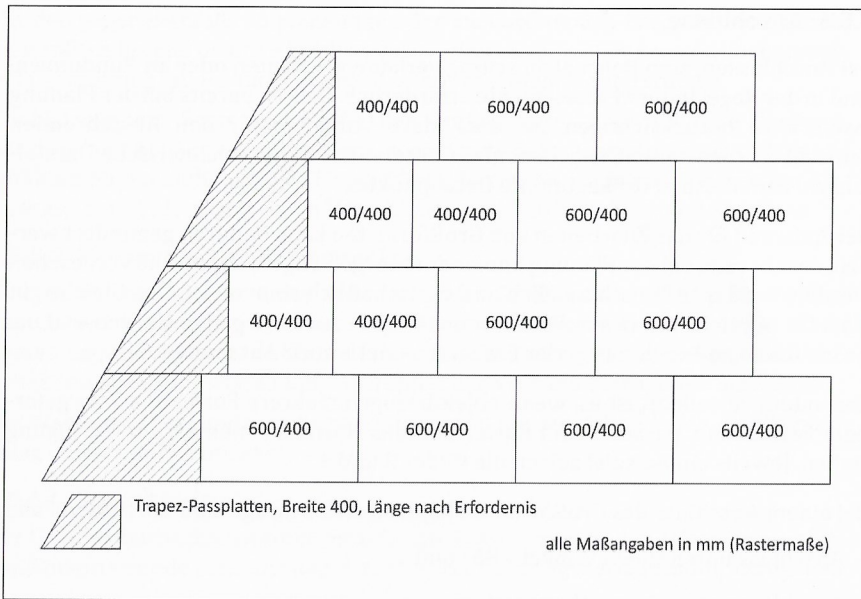


Bild 3: Beispiel für den Anschluss von rechteckigen Großformaten an eine Schräge unter einem Winkel von mehr als 45° (hier: 60°)

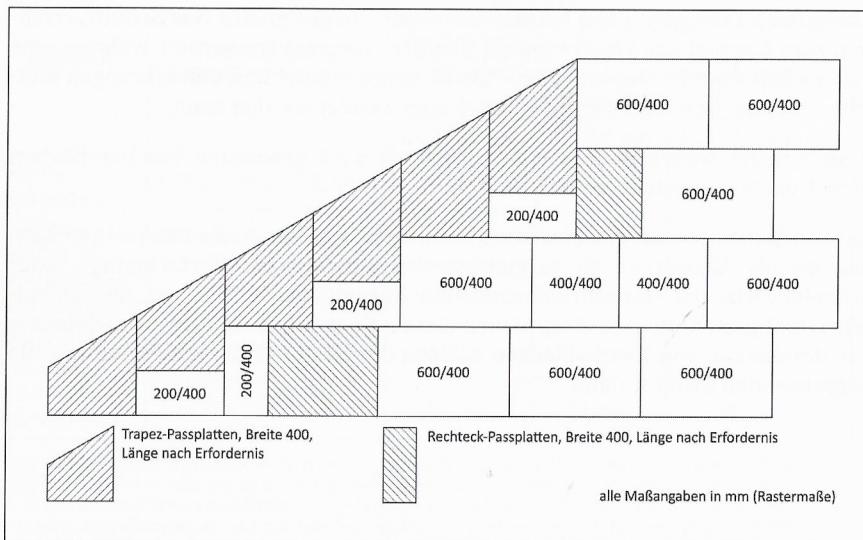


Bild 4: Beispiel für den Anschluss von rechteckigen Großformaten an eine Schräge unter einem Winkel von höchstens 45° (hier: 30°)

4.5.7 Höhenversprung, vertikaler Absatz

Sollte bei der Verwendung von Großformaten aus Naturstein mit spaltrauer Oberseite, zum Beispiel aus Gründen der Barrierefreiheit, ein geringerer Höhenversprung, das heißt ein geringerer vertikaler Absatz zwischen benachbarten Großformaten, als in den ATV DIN 18318 beschrieben (dort maximal 5 mm), vorgesehen werden, ist dies in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Dies kann ein Nacharbeiten an den Großformaten im Zuge der Ausführung erforderlich machen.

4.5.8 Radienausbildungen

Ist eine Herstellung des Großformatbelages in Radien, Kurven usw. vorgesehen, ist seitens der Planung darauf zu achten, dass im Rahmen der späteren Ausführung (siehe Abschnitt 6.5.4) die vereinbarte Fugenbreite über den gesamten Belag eingehalten werden kann.

Dazu können zum Beispiel werkseitig hergestellte Sonderelemente (so genannte Kurvenelemente) und/oder Passelemente mit Hilfe von speziellen Nassschnittverfahren, zum Beispiel dem Wasserstrahlschneiden, vorgesehen werden.

Die Wahl von richtungsneutralen Verbänden, wie dem Fischgrät- oder Ellenbogenverband, reduzieren im Allgemeinen den Anpassungsaufwand.

Für Passelemente gelten die Planungshinweise im Abschnitt 4.5.6 und die im Abschnitt 6.5.3 beschriebenen handwerklichen Grundregeln.

Zu Zwickelflächen siehe Abschnitt 4.5.6.

4.5.9 Bewegungsfugen bei gebundenen Großformatbelägen

Bewegungsfugen haben die Aufgabe, die in dem gebundenen Großformatbelag entstehenden thermischen und hygrischen Spannungen durch Temperaturänderungen, Schwinden und Quellen und damit die Rissanfälligkeit des Belages zu reduzieren.

Bewegungsfugen sind anzuordnen

- in einem zu planenden, regelmäßigen Raster,
- im Anschlussbereich an Gebäuden und festen Einbauten,
- bei Verengungen des Belages,
- am Übergang von unterschiedlichen Untergrund- oder Auflagerverhältnissen, zum Beispiel bei unterirdischen Bauwerken,
- über vorhandene Bewegungsfugen in der Unterlage und
- über Kerben oder Bewegungsfugen in der Dränbetontragschicht, falls die Abkopplung des Großformatbelages nicht auf andere Art erfolgt.

Weitere Hinweise sind dem M FPgeb zu entnehmen.

4.5.10 Besondere örtliche Gegebenheiten

4.5.10.1 Allgemeines

Besondere örtliche Gegebenheiten erfordern darauf abgestimmte bautechnische Maßnahmen, um den dort anfallenden Beanspruchungen Rechnung zu tragen. Nachfolgend werden für einige gebräuchliche örtliche Gegebenheiten entsprechende Hinweise gegeben.

4.5.10.2 Überdachte Flächen

Ungebundene Fugenfüllungen von Großformatbelägen, die nicht direkt mit Niederschlägen in Berührung kommen, entwickeln nicht oder nur sehr langsam einen ausreichenden Verformungswiderstand. Auch dem Ausaugen, zum Beispiel durch Kehrsaugmaschinen oder dem Fahrzeugverkehr, können sie daher in der Regel keinen ausreichenden Widerstand entgegensetzen.

Für überdachte ungebundene Großformatbeläge sollten daher ausschließlich gebrochene Gesteinskörnungen als Fugenmaterial vorgesehen werden.

Gebundene Großformatbeläge sind von der zuvor beschriebenen Problematik nicht betroffen.

4.5.10.3 Stark geneigte Flächen

Ungebundene Großformatbeläge, die von Kraftfahrzeugen genutzt werden, sollten nur bis zu einer Neigung von 6 % vorgesehen werden. Dabei gilt, dass mit zunehmender Neigung die Notwendigkeit zur Anordnung besonderer Maßnahmen zunimmt. Besondere Maßnahmen können einzeln oder in Kombination zum Beispiel sein:

- Wahl eines Verbandes mit einem vergleichsweise hohen horizontalen Verschiebungswiderstand, zum Beispiel Ellenbogen-, Fischgrät- oder Diagonalverband,
- Wahl des Fugenverlaufes diagonal zur größten Neigung, um einem schnellen Ausspülen von Fugenmaterial durch abfließendes Oberflächenwasser entgegen zu wirken,
- Erhöhung der Dicke der Elemente zur Verbesserung der Lagestabilität,
- Verwendung von besonders geformten Elementen oder mit derart angeformten Profilen, dass der Verschiebewiderstand, insbesondere in horizontaler Richtung, deutlich erhöht wird,
- Verwendung von ausschließlich gebrochenem Fugenmaterial mit einem hohen inneren Reibungswiderstand und einem hohen Widerstand gegen Kornzertrümmerung.

Ab einer Neigung von mehr als 6 % sollten Großformatbeläge, die von Kraftfahrzeugen genutzt werden, in gebundener Bauweise vorgesehen werden. Dabei sind Bauweisen und Baustoffe zu wählen, die einen hohen und dauerhaften Haftverbund zwischen den einzelnen Komponenten Großformat, Bettung, Fuge und Unterlage ermöglichen.

Mit zunehmender Neigung steigt der Aufwand für die Herstellung eines funktionsfähigen Großformatbelages. Daher sollte in jedem Einzelfall, in dem eine Neigung von mehr als 10 % gegeben ist, die Machbarkeit und Umsetzbarkeit einer Flächenbefestigung mit einem Großformatbelag sorgfältig geprüft werden.

Das Versetzen der Großformate sollte immer entgegen der Neigung („von unten nach oben“) erfolgen.

4.5.10.4 Ausbildung der Hochpunkte bei Neigungswechseln

Die Ausbildung von Graten und Hochpunkten im Zuge von etwaig erforderlichen Neigungswechseln in der Fläche kann wegen der Abmessungen der Großformate im Hinblick auf die Einhaltung regelgerechter Fugenbreiten und höhengleicher Anschlüsse besondere Maßnahmen erforderlich machen.

Weitere Hinweise und Empfehlungen sind dem M FP zu entnehmen.

4.6 Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen

Großformatbeläge benötigen eine dem Nutzungszweck und der Beanspruchung der Flächenbefestigung angepasste Randeinfassung. Sie dient als Einfassung bzw. Begrenzung und bildet die optische und konstruktive Trennung unterschiedlicher Nutzungsbereiche der Verkehrsfläche. Darüber hinaus sind Randeinfassungen oftmals Bestandteil der Wasserführung im Zuge der Entwässerung der Verkehrsfläche.

Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen in bzw. entlang von Verkehrsflächen mit Großformatbelägen können sehr unterschiedlichen Beanspruchungen ausgesetzt sein. Die Auswahl der Baustoffe für Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen sowie die Art der Ausführung sind daher in Abhängigkeit von der zu erwartenden Beanspruchung zu planen.

Weitere Hinweise und Empfehlungen sind dem M FP zu entnehmen.

Die Bilder 5 und 6 zeigen jeweils ein Beispiel für die Randeinfassung eines Großformatbelages.

Die Bilder 7 und 8 zeigen jeweils ein Beispiel für die Ausbildung einer Entwässerungsrinne in einem Großformatbelag.

Insbesondere zu Kastenrinnen gibt es hinsichtlich des Baustoffes und der Bauart vielfältige Produkte und Einbauvarianten. Es wird daher empfohlen, die Einbauanleitungen der jeweiligen Hersteller zu beachten.

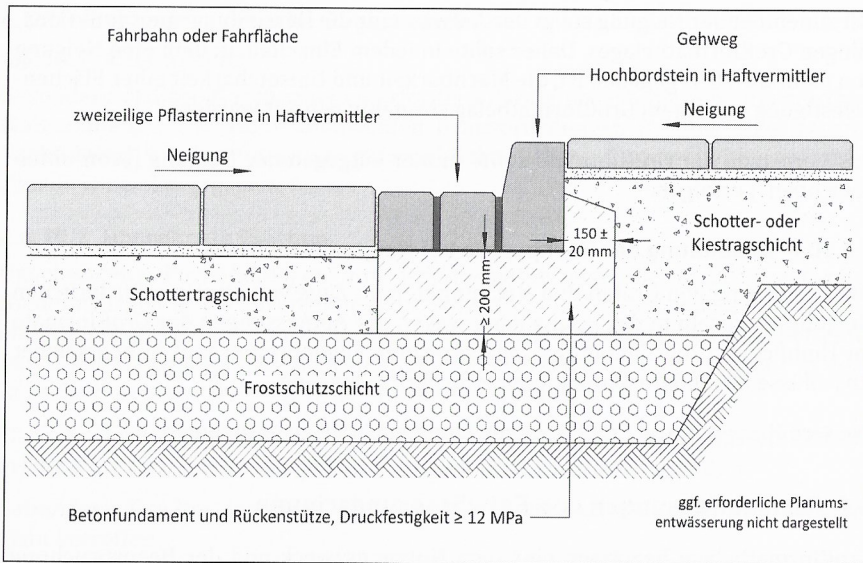


Bild 5: Beispiel für eine Randeinfassung eines Großformatbelages mit Hochbordsteinen und Entwässerungsrinne

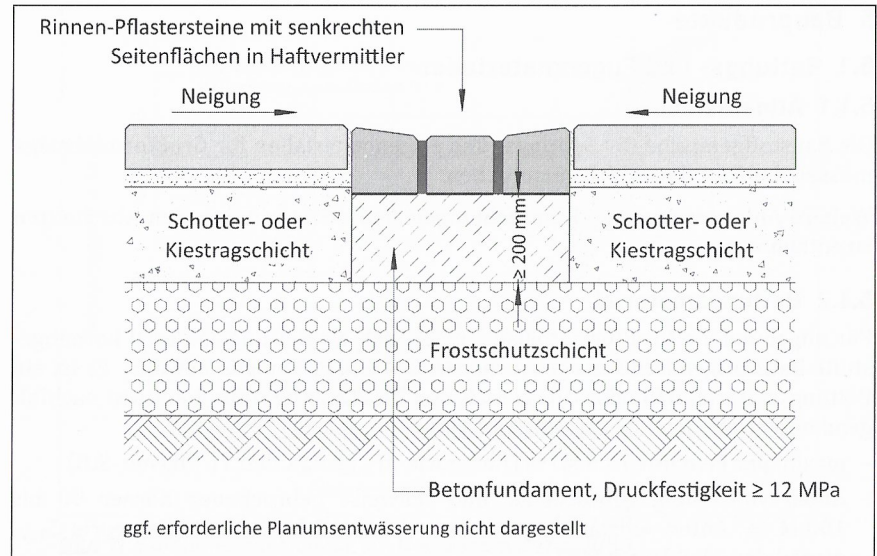


Bild 7: Beispiel für eine Entwässerungsrinne als Muldenrinne aus Rinnen-Formsteinen in einem Großformatbelag

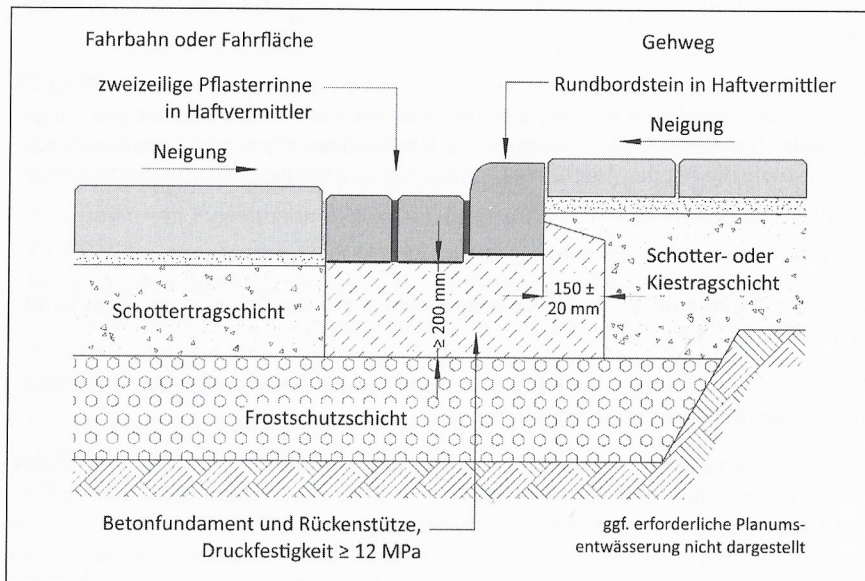


Bild 6: Beispiel für eine Randeinfassung eines Großformatbelages mit Rundbordsteinen und Entwässerungsrinne

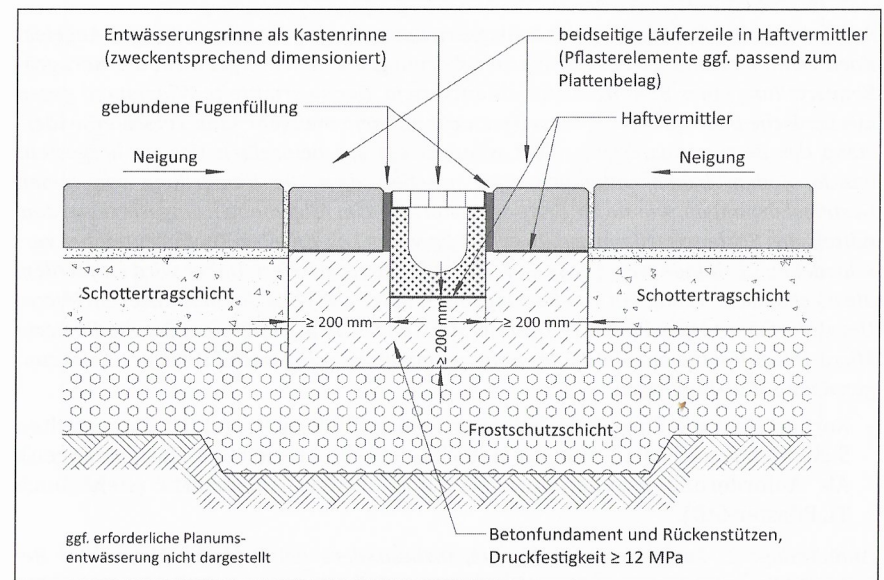


Bild 8: Beispiel für eine Entwässerungsrinne als Kastenrinne in einem Großformatbelag

5 Bauprodukte

5.1 Bettungs- und Fugenmaterialien

5.1.1 Allgemeines

Die Baustoffgemische für Bettungs- und Fugenmaterialien für Großformatbeläge müssen den TL Pflaster-StB entsprechen.

Weitere Anforderungen und Empfehlungen sind den nachfolgenden Abschnitten zu entnehmen.

5.1.2 Bettungsmaterial

Für ungebundene Großformatbeläge haben sich als Bettungsmaterial kornabgestufte Baustoffgemische aus gebrochenen Gesteinskörnungen bewährt. Es ist ein Bettungsmaterial 0/5 oder 0/8 gemäß den TL Pflaster-StB und mit den nachfolgend beschriebenen Eigenschaften zu verwenden.

- maximaler Feinanteil ≤ 5 M.-% (Kategorie UF₅ gemäß den TL Pflaster-StB)
- Anteil vollständig gebrochener und teilweise gebrochener Körner 90 bis 100 M.-%; Anteil vollständig gerundeter Körner 0 bis 3 M.-% (Kategorie C_{90/3} gemäß den TL Pflaster-StB)
- Fließkoeffizient ≥ 35 (Kategorie E_{CS}35 gemäß den TL Gestein-StB)
- Schlagzertrümmerungswert ≤ 18 oder Los-Angeles-Koeffizient ≤ 25 (Kategorie SZ₁₈ oder Kategorie LA₂₀ gemäß den TL Gestein-StB).

Anmerkung: Die Bestimmung des Schlagzertrümmerungswertes bzw. des Los-Angeles-Koeffizienten erfolgt jeweils an einer Prüfkörnung, die in der Regel nicht der Korngrößenverteilung eines Bettungsmaterials entspricht. Der so ermittelte Widerstand gegen mechanische Beanspruchung korreliert nicht mit dem maßgebenden Verschleißwiderstand des Bettungsmaterials, selbst wenn dieses aus demselben Gestein hergestellt wurde. Zudem haben Untersuchungen ergeben, dass die Beurteilung von feinen Gesteinskörnungen, wie sie für Bettungsmaterialien im Allgemeinen eingesetzt werden, mittels des Schlagzertrümmerungswertes bzw. des Los-Angeles-Koeffizienten bei verschiedenen Gesteinen wenig aussagekräftige Ergebnisse liefert. Daher wird empfohlen, die mechanische Festigkeit von Bettungsmaterialien mit Hilfe des Modifizierten Micro-Deval-Verfahrens gemäß den TP Gestein-StB, Teil 5.5.3 zu bestimmen. Der modifizierte Micro-Deval-Koeffizient MMDE des Bettungsmaterials sollte nach bisherigen Erfahrungen dann ≤ 25 [-] betragen.

- Korngrößenverteilung innerhalb der in den Bildern 9 und 10 dargestellten Sieblinienbereiche („G“ steht für Material aus gebrochenen Gesteinskörnungen). Als Anforderungen gelten nur die aufgeführten Zahlenwerte (siehe auch TL Pflaster-StB).

Anmerkung: Es kann zweckmäßig sein, insbesondere bei Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk0,3 oder höher, den Sandanteil des Bettungsmaterials auf maximal 40 M.-% zu begrenzen. Zudem führt eine Begrenzung des Sandanteils zu einer Verbesserung der Wasserdurchlässigkeit der Bettung.

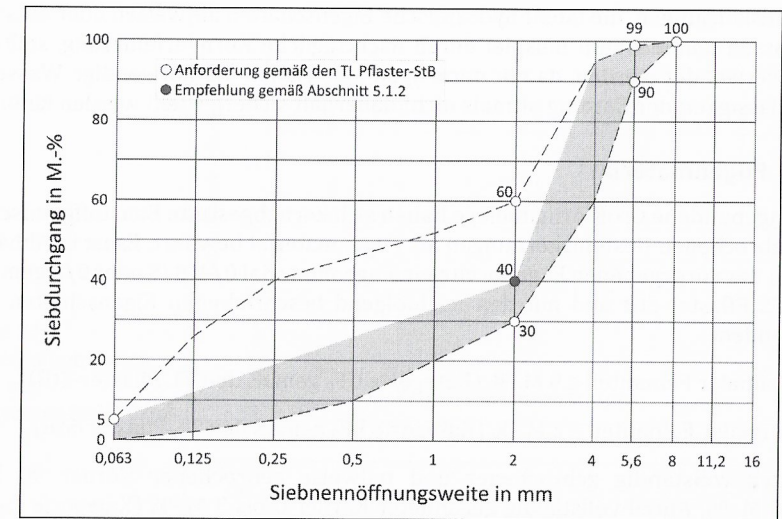


Bild 9: Sieblinienbereich für ein Bettungsmaterial 0/5G

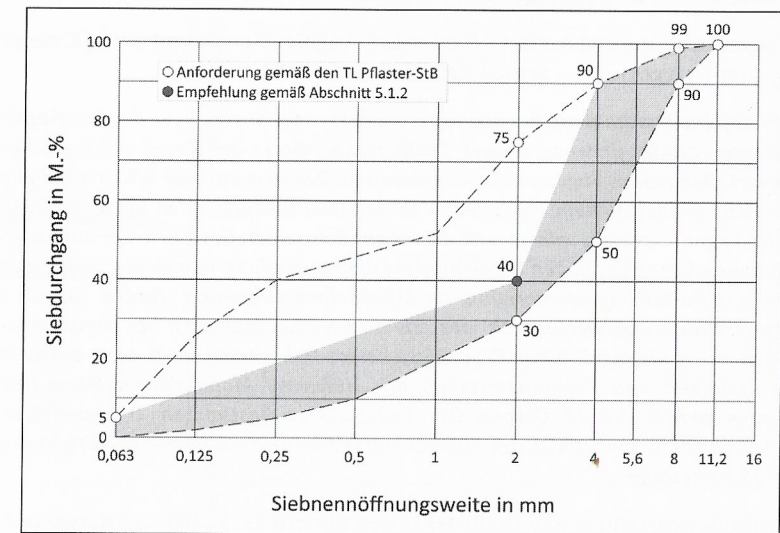


Bild 10: Sieblinienbereich für ein Bettungsmaterial 0/8G

Das Bettungsmaterial muss im verdichteten Zustand ausreichend wasserdurchlässig sein und darf nicht in die Unterlage eindringen. Daher ist die Korngrößenverteilung des Bettungsmaterials filterstabil auf die Korngrößenverteilung der oberen Tragschicht ohne Bindemittel gemäß den ZTV Pflaster-StB abzustimmen.

Gesteinskörnungen, die latent hydraulische Eigenschaften aufweisen oder entstehen lassen können, zum Beispiel durch nachträgliche Kornverfeinerung, sollten nicht verwendet werden, da mit derartigen Materialien die notwendige Wasserdurchlässigkeit der Bettung oftmals nicht dauerhaft sichergestellt werden kann.

5.1.3 Fugenmaterial

Für ungebundene Großformatbeläge haben sich kornabgestufte Baustoffgemische aus gebrochenen Gesteinskörnungen als Fugenmaterial bewährt. Es ist in Abhängigkeit der vorgegebenen Fugenbreite ein Fugenmaterial 0/4, 0/5 oder 0/8 gemäß den TL Pflaster-StB und mit den nachfolgend beschriebenen Eigenschaften zu verwenden.

- maximaler Feinanteil ≤ 9 M.-% (Kategorie UF₉ gemäß den TL Pflaster-StB)
- minimaler Feinanteil ≥ 2 M.-% (Kategorie LF₂ gemäß den TL Pflaster-StB)
- Anteil vollständig gebrochener und teilweise gebrochener Körner 90 bis 100 M.-%; Anteil vollständig gerundeter Körner 0 bis 3 M.-% (Kategorie C_{90/3} gemäß den TL Pflaster-StB; gilt nur für die Fugenmaterialien 0/5 und 0/8)
- Fließkoeffizient ≥ 35 (Kategorie E_{CS}35 gemäß den TL Gestein-StB)
- Schlagzertrümmerungswert ≤ 18 oder Los Angeles Koeffizient ≤ 25 (Kategorie SZ₁₈ oder Kategorie LA₂₀ gemäß den TL Gestein-StB).

Anmerkung: Die Bestimmung des Schlagzertrümmerungswertes bzw. des Los-Angeles-Koeffizienten erfolgt jeweils an einer Prüfkörnung, die in der Regel nicht der Korngrößenverteilung eines Fugenmaterials entspricht. Der so ermittelte Widerstand gegen mechanische Beanspruchung korreliert nicht mit dem maßgebenden Verschleißwiderstand des Fugenmaterials, selbst wenn dieses aus demselben Gestein hergestellt wurde. Zudem haben Untersuchungen ergeben, dass die Beurteilung von feinen Gesteinskörnungen, wie sie für Fugenmaterialien im Allgemeinen eingesetzt werden, mittels des Schlagzertrümmerungswertes bzw. des Los-Angeles-Koeffizienten bei verschiedenen Gesteinen wenig aussagekräftige Ergebnisse liefert. Daher wird empfohlen, die mechanische Festigkeit von Fugenmaterialien mit Hilfe des Modifizierten Micro-Deval-Verfahrens gemäß den TP Gestein-StB, Teil 5.5.3 zu bestimmen. Der modifizierte Micro-Deval-Koeffizient MMDE des Fugenmaterials sollte nach bisherigen Erfahrungen dann ≤ 25 [-] betragen.

- Korngrößenverteilung innerhalb des in den Bildern 11, 12 bzw. 13 dargestellten Sieblinienbereichs („G“ steht für Material aus gebrochenen Gesteinskörnungen). Als Anforderungen gelten nur die aufgeführten Zahlenwerte (siehe auch TL Pflaster-StB).

Das Fugenmaterial darf nicht in die Bettung eindringen. Daher ist die Korngrößenverteilung des Fugenmaterials filterstabil auf die Korngrößenverteilung des Bettungsmaterials gemäß den ZTV Pflaster-StB abzustimmen.

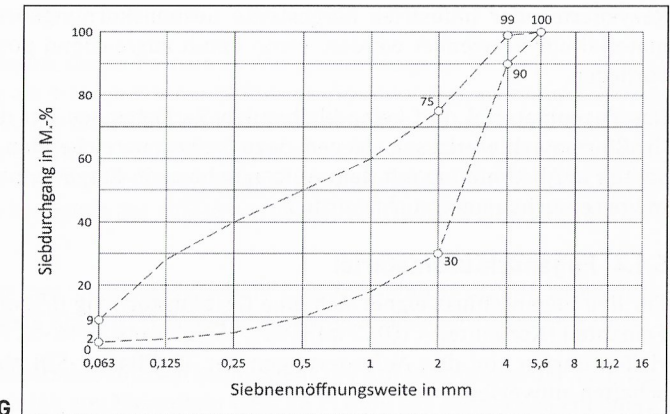


Bild 11:
Sieblinienbereich
für ein
Fugenmaterial 0/4G

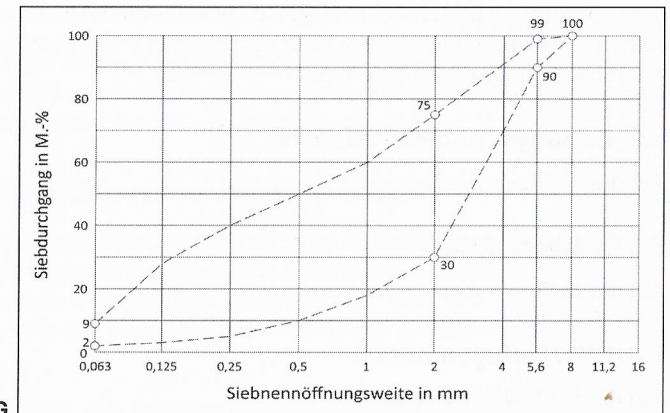


Bild 12:
Sieblinienbereich
für ein
Fugenmaterial 0/5G

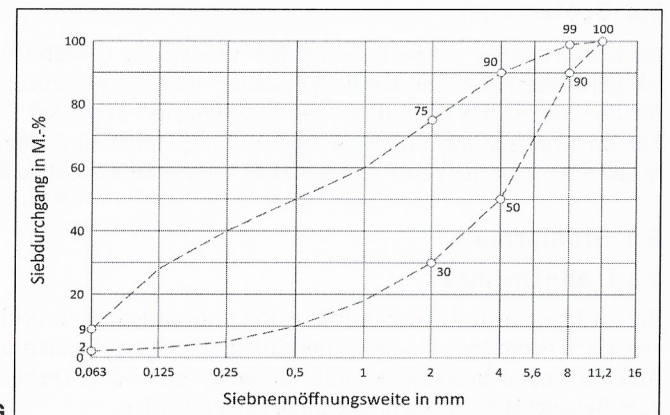


Bild 13:
Sieblinienbereich
für ein
Fugenmaterial 0/8G

Rezyklierte oder industriell hergestellte Gesteinskörnungen sollten als Fugenmaterial nur verwendet werden, wenn damit ausreichend positive Erfahrungen vorliegen.

Das Fugenmaterial darf keine bleibenden Verfärbungen auf der Oberfläche der Großformate hinterlassen. Liegen dazu keine ausreichenden Erfahrungen vor, sollten in Abstimmung mit dem Auftragnehmer in Frage kommende Materialien in Vorversuchen untersucht werden.

5.1.4 Fugenschlussmaterial

Für den Fugenschluss eignet sich eine Gesteinskörnung 0/2 oder 0/3 mit einem Feinanteil (Kornanteil < 0,063 mm) von 15 M.-% bis 30 M.-%. Fugenschlussmaterialien dürfen von den Anforderungen der TL Pflaster-StB abweichende Eigenschaften aufweisen.

Das Fugenschlussmaterial darf keine bleibenden Verfärbungen auf der Oberfläche der Großformate hinterlassen. Liegen dazu keine ausreichenden Erfahrungen vor, sollten in Abstimmung mit dem Auftragnehmer in Frage kommende Materialien in Vorversuchen untersucht werden.

5.2 Bettungs- und Fugenmörtel

Auf das M FPgeb wird verwiesen.

5.3 Haftvermittler

Auf das M FPgeb wird verwiesen.

5.4 Pflasterfugenmassen

Auf das M FP wird verwiesen.

5.5 Geotextilien

Geotextilien sind wasserdurchlässige Vliesstoffe, Gewebe und Kettengewirke (so genannte Maschenwaren). Sie müssen den „Technischen Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus“ (TL Geok E-StB) entsprechen. Für die Anwendung zwischen oberer Tragschicht und dem Großformatbelag müssen sie dauerhaft eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit sicherstellen.

5.6 Großformate

5.6.1 Allgemeines

Bei der Planung und Ausschreibung ist darauf zu achten, dass die Großformate und sonstigen Produkte eindeutig hinsichtlich der zu erfüllenden bzw. festzulegenden Anforderungen beschrieben und die entsprechenden Technischen Regelwerke, zum Beispiel DIN-Normen, zugrunde gelegt werden.

5.6.2 Anforderungen

Großformate aus Beton, deren Verhältnis von Gesamtlänge zu Dicke (Nennmaße) gleich oder kleiner als 4 ist, müssen mindestens die Anforderungen der TL Pflaster-StB an Pflastersteine aus Beton und Großformate aus Beton, deren Verhältnis von Gesamtlänge zu Dicke (Nennmaße) größer als 4 ist, müssen mindestens die Anforderungen der TL Pflaster-StB an Platten aus Beton einhalten. Empfehlungen für Anforderungen bezüglich der zulässigen Maßabweichungen sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Für die Vermeidung von Spannungsrissen in Großformaten aus Beton ist es wichtig, dass diese vor dem Einbau ihr Schwinden weitgehend abgeschlossen haben.

Großformate aus Naturstein müssen mindestens die Anforderungen der TL Pflaster-StB an Pflastersteine aus Naturstein bzw. an Platten aus Naturstein einhalten. Empfehlungen für Anforderungen bezüglich der zulässigen Maßabweichungen sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lagestabilität von gesägten Großformaten aus Naturstein müssen deren Seitenflächen und deren Unterseite nachträglich aufgeraut werden, zum Beispiel durch Sand- oder Kugelstrahlen.

5.6.3 Zulässige Abweichungen von den Nennmaßen

In der Tabelle 7 sind Empfehlungen für zulässige Abweichungen von den Nennmaßen von Großformaten aus Beton und aus Naturstein beschrieben. Da einzelne Empfehlungen von den einschlägigen Normen oder von den TL Pflaster-StB abweichen können, sollten die gestellten Anforderungen gesondert bauvertraglich vereinbart werden.

Sollen Großformatbeläge mit Befestigungselementen aus allseitig gespaltenem Naturstein hergestellt werden, gelten für die entsprechenden Befestigungselemente grundsätzlich die zulässigen Abweichungen nach DIN EN 1341. Falls davon abweichende Anforderungen gestellt werden sollen, zum Beispiel aus gestalterischen und/oder bautechnischen Gründen, sind diese gesondert bauvertraglich zu vereinbaren. Falls eine Oberfläche eines Befestigungselementes aus Naturstein nach dem Spalten nachgerichtet wird, zum Beispiel zur Vergleichmäßigung der entsprechenden Fläche, wird dies nicht als „bearbeitete Fläche“ bezeichnet, da keine steinmetzmäßige Bearbeitung, mit dem Ziel der Herstellung einer bestimmten Oberflächentextur, angewendet wurde.

Tabelle 7: Empfehlungen für zulässige Abweichungen von den Nennmaßen von Großformaten

Baustoff	Maß (Nennmaß)	zulässige Abweichung
Beton, Naturstein mit ebener Oberseite ^{1), 2)}	Gesamtlänge ≤ 600 mm	± 2 mm
	Gesamtlänge > 600 mm	± 3 mm
	Gesamtbreite ≤ 600 mm	± 2 mm
	Gesamtbreite > 600 mm	± 3 mm
Beton, Naturstein mit ebener Oberseite ¹⁾	Nennstärke ³⁾	Klasse 1: ± 4 mm Klasse 2: ± 2 mm
Beton, Naturstein mit ebener Oberseite ¹⁾	Differenz zweier beliebiger Messungen der Nennstärke eines einzelnen Großformates	≤ 3 mm
Beton, Naturstein mit ebener Oberseite ^{1), 2)}	Differenz zwischen den beiden Flächendiagonalen	Klasse 1: ≤ 6 mm Klasse 2: ≤ 3 mm
Beton, Naturstein mit ebener Oberseite ¹⁾	konvexe Wölbung ⁴⁾	
	Gesamtlänge ≤ 600 mm	≤ 3 mm
	Gesamtlänge > 600 mm	≤ 4 mm
	konkave Wölbung ⁴⁾	
	Gesamtlänge ≤ 600 mm	≤ 2 mm
	Gesamtlänge > 600 mm	≤ 3 mm
Naturstein mit fein bearbeiteten Seitenflächen ²⁾	Ebenheit längs einer Kante	± 2 mm
Naturstein mit grob bearbeiteten Seitenflächen ²⁾		± 3 mm
Naturstein mit ebener Oberseite ¹⁾		U ≤ 5 mm bzw. Ü ≤ 3 mm
Naturstein mit ebener Oberseite und gespaltenen Seitenflächen	Unterwinkelung [U] bzw. Überwinkelung [Ü]	U ≤ 20 mm bzw. Ü ≤ 5 mm

¹⁾ Darunter werden im Sinne dieses Merkblattes Produkte aus Naturstein verstanden, die generell durch Sägen hergestellt und deren Oberfläche bzw. Seitenflächen, z. B. mittels Feststoffstrahlen oder Flammstrahlen, aufgeraut wurden.

²⁾ Für Produkte aus Naturstein, deren Seitenflächen durch Spalten hergestellt wurden, sind gegebenenfalls andere zulässige Abweichungen im Leistungsverzeichnis festzulegen.

³⁾ Wenn Großformate aus Beton mit einer Vorsatzschicht gefertigt werden, muss diese, gemessen nach Anhang C der DIN EN 1339 eine Mindeststärke von 4 mm über den Bereich aufweisen, den der Hersteller als Vorsatzschicht bezeichnet.

⁴⁾ Stichmaß gemessen über die Diagonale.

5.7 Bauprodukte für Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen

Bauprodukte für Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen, wie Bordsteine, Einfassungssteine, Rinnensteine, Bordrinnensteine und Muldensteine aus Beton und Bordsteine aus Naturstein, müssen den TL Pflaster-StB entsprechen.

6 Ausführung

6.1 Untergrund, Unterbau

Erdarbeiten sowie die Herstellung des anforderungsgerechten Planums sind gemäß den ZTV E-StB auszuführen.

Weitere Hinweise und Empfehlungen sind dem „Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau“ zu entnehmen.

6.2 Planumsentwässerung, Sickeranlagen

Für die Ausführung einer Planumsentwässerung und von Sickeranlagen sind die Planungsvorgaben sowie die in den REwS und ZTV Ew-StB beschriebenen Hinweise und Anforderungen zu beachten.

6.3 Tragschichten

6.3.1 Allgemeines

Die Herstellung des Großformatbelages setzt voraus, dass dessen Tragschichten sowie dessen Planum geeignet sind. Die Eignung der jeweiligen Schicht ist nachzuweisen (zu Tragschichten siehe Abschnitt 4.2.4). Ist die Eignung nicht gegeben, darf der Großformatbelag nicht eingebaut werden. Die für einen fachgerechten Einbau erforderlichen Maßnahmen sind zu vereinbaren.

Wurde die Tragschicht gegebenenfalls über einen längeren Zeitraum zum Beispiel als Baustraße oder Zufahrtsweg genutzt, kann ihre Eignung – insbesondere hinsichtlich der notwendigen Wasserdurchlässigkeit – nicht mehr gegeben sein und müsste zunächst durch entsprechende Maßnahmen anforderungsgerecht nachgearbeitet werden.

Etwaig vorhandene unzulässige Unebenheiten der oberen Tragschicht sind vor dem Aufbringen des Bettungsmaterials bzw. des Bettungsmörtels zu beseitigen; sie dürfen nicht durch die Bettung ausgeglichen werden.

Fertig ausgeführte Tragschichten müssen die Anforderungen der Planungsvorgaben bzw. der zugehörigen Technischen Regelwerke erfüllen.

6.3.2 Schichten ohne Bindemittel

Die Ausführung von Schichten ohne Bindemittel – dazu gehören Frostschutzschichten, Schichten aus frostunempfindlichem Material sowie Kies- und Schottertragschichten – hat nach den ZTV SoB-StB zu erfolgen.

Weitere Hinweise und Empfehlungen sind dem „Merkblatt für Schichten ohne Bindemittel“ (M SoB) zu entnehmen.

Tragschichten ohne Bindemittel, die unzulässige Abweichungen von der profilgerechten Lage oder der Ebenheit aufweisen, sind in den oberen 10 cm bis 15 cm aufzulockern und im Anschluss anforderungsgerecht nachzuprofilieren und wieder zu verdichten.

Die aus Gründen des Verdichtungsgrades und der Tragfähigkeit notwendige Anzahl der Verdichtungsübergänge richtet sich nach Schichtdicke, Korngrößenverteilung und Verdichtungswilligkeit des jeweils einzubauenden Tragschichtgemisches und sollte – sofern keine Erfahrungen vorliegen – durch Vorversuche ermittelt werden. Über die erforderliche Anzahl der Verdichtungsübergänge hinaus sollte nicht verdichtet werden, um eine unnötige Kornverfeinerung an der Tragschichtoberfläche und damit eine Reduzierung der Wasserdurchlässigkeit zu vermeiden. Eine zu hohe Überschreitung des geforderten Verdichtungsgrades kann die Dauerhaftigkeit der Verkehrsfläche negativ beeinflussen.

Tragschichten ohne Bindemittel müssen untereinander filterstabil sein. Zudem muss die Frostschuttschicht oder die Schicht aus frostunempfindlichem Material gegenüber dem Untergrund filterstabil sein. Weitere Hinweise sind den REwS und den ZTV E-StB zu entnehmen.

6.3.3 Tragschichten mit Bindemittel

6.3.3.1 Allgemeines

Zur Herstellung der Filterstabilität zwischen einem ungebundenen Bettungsmaterial und einer Tragschicht mit Bindemittel können besondere Maßnahmen erforderlich sein (siehe auch Abschnitt 4.2.3).

6.3.3.2 Dränbetontragschichten

Dränbetontragschichten sind grundsätzlich nach dem M VV auszuführen.

Hinweise zu empfohlenen Maßnahmen bei niedrigen und hohen Temperaturen sind dem „Merkblatt für Dränbetontragschichten“ (M DBT) zu entnehmen.

Der Einbau des Großformatbelages oder ein Befahren der Dränbetontragschicht durch den Baustellenverkehr darf erst erfolgen, wenn der Dränbeton mindestens 70 % seiner geforderten Druckfestigkeit erreicht hat.

Eine Unterteilung der Dränbetontragschicht in Längs- und Querrichtung durch Kerben kann entfallen, wenn darüber der Großformatbelag in ungebundener Ausführung hergestellt wird.

Vor der Herstellung des Großformatbelages in gebundener Ausführung ist zunächst eine Entspannung der Dränbetontragschicht, zum Beispiel durch Fugen oder Kerben, erforderlich. Dabei ist die Lage der Fugen oder Kerben zur Entkopplung der Dränbetontragschicht vom gebundenen Großformatbelag grundsätzlich in Übereinstimmung mit den Bewegungsfugen des später aufzubringenden Großformatbelages vorzunehmen.

Erfolgt die Entkopplung der Dränbetontragschicht vom gebundenen Großformatbelag zum Beispiel durch Anordnung eines Geotextils auf der Dränbetontragschicht, kann auf eine Übereinstimmung der Fugen oder Kerben in der Dränbetontragschicht mit den Bewegungsfugen im gebundenen Großformatbelag verzichtet werden.

Dränbetontragschichten benötigen eine Nachbehandlung. Siehe dazu das M DBT.

6.3.3.3 Wasserdurchlässige Asphalttragschichten

Wasserdurchlässige Asphalttragschichten sind grundsätzlich nach dem M VV auszuführen.

Der Einbau von wasserdurchlässigen Asphalttragschichten bei Temperaturen der Luft und der Unterlage von unter 10 °C sowie bei Regen und/oder bei starkem Wind sollte vermieden werden.

Asphalttragschichten erfordern unabhängig davon, ob der Großformatbelag in ungebundener oder gebundener Ausführung hergestellt wird, keine Entspannung, zum Beispiel durch Kerben.

6.4 Bettung

6.4.1 Ungebundene Ausführung

Bei der Baustoffauswahl ist zu beachten, dass Bettungsmaterialien an der jeweils unteren Grenze der Korngrößenverteilung in der Regel einen hohen Verformungswiderstand aufweisen und auch im Hinblick auf die erforderliche Wasserdurchlässigkeit der Bettung vorteilhafter sind. Derartige Materialien neigen jedoch stärker zu Entmischungen als feinkörnig zusammengesetzte und sind weniger verdichtungswillig.

Das Bettungsmaterial ist gleichmäßig gemischt und gleichmäßig durchfeuchtet mit einem für den Einbau günstigen Wassergehalt in gleichmäßiger Dicke einzubauen. Der Einbau gefrorener Baustoffgemische ist nicht zulässig.

Aufgrund der vergleichsweise großen Abmessungen und hohen Gewichte der Großformate kann eine Vorverdichtung des Bettungsmaterials zweckmäßig sein. Nach einer gegebenenfalls durchgeführten Vorverdichtung ist die Bettung derart nachzuarbeiten, dass diese eine höhen- und profilgerechte Lage sowie die erforderliche Ebenheit aufweist.

Die vorbereitete Bettung darf weder betreten noch befahren werden. Die Bettung ist profilgerecht sowie eben herzustellen und zügig mit den Großformaten zu überbauen.

Die Bettung im endgültig verdichteten Großformatbelag sollte eine gleichmäßige Dicke von 3 cm aufweisen.

6.4.2 Gebundene Ausführung

Die Bettung sollte vor dem Versetzen der Großformate abgezogen und im Anschluss vorverdichtet werden. Die Vorverdichtung sollte ausschließlich statisch erfolgen, zum Beispiel durch Verwendung einer Rasenwalze. Dabei ist darauf zu achten, dass die Ebenheitsanforderungen eingehalten werden.

Die Bettung im endgültig verdichteten Großformatbelag sollte eine gleichmäßige Dicke von 5 cm aufweisen.

Weitere Hinweise und Empfehlungen sind dem M FPgeb zu entnehmen.

6.5 Verlegung

6.5.1 Allgemeines

Die Verlegung von Großformaten darf nur auf vollständig frostfreier Unterlage erfolgen.

Für die Verlegung von Großformaten kommen in der Regel Vakuum-Verlegegeräte zum Einsatz. Diese müssen hinsichtlich ihrer Leistung auf das Gewicht und gegebenenfalls auf die Oberflächentextur der zu verlegenden Elemente ausgelegt sein.

Bei Verwendung von Großformaten mit angeformten Abstandshilfen oder sonstigen angeformten Profilen ist darauf zu achten, dass zwischen den Großformaten ausreichend Raum für das Verfüllen mit einem geeigneten Fugenmaterial zur Verfügung steht.

Großformate aus Naturstein sind für die Herstellung der regelgerechten Fugenbreite bei einem Reihenverband vor dem Einbau gegebenenfalls nach ihrer Breite zu sortieren.

Die Großformate sind fluchtgerecht, an den Fugen höhengleich, unter Einhaltung des vereinbarten Verbandes (siehe Abschnitt 4.5.5) und der vorgegebenen Fugenbreite (siehe Abschnitt 4.5.5.4) zu verlegen.

Zur Einhaltung der vorgegebenen Fugenbreiten wird die Verwendung von Fugenlehren empfohlen. Die Fugenlehren sollten erst direkt vor dem Verfüllen der Fugen herausgenommen werden, um Verschiebungen bei der Verlegung der Großformate zu vermeiden. Pressfugen sind nicht zulässig.

Die Fugenachsen müssen einen gleichmäßigen Verlauf aufweisen. Dieser sollte durch Schnüren in Längs- und Querrichtung oder – insbesondere bei großen Flächen – durch geeignete messtechnische Verfahren, zum Beispiel lokales Koordinatennetz oder Laser, vorgegeben werden. Der Fugenverlauf und die Ebenheit der Belagsoberfläche sollten in angemessenen Abständen überprüft werden.

Die Großformate sind vollflächig ohne zu verkanten auf die vorbereitete Bettung zu verlegen. In Abhängigkeit vom Gewicht der zu verlegenden Großformate und dem dafür zu verwendenden Verlegegerät erfolgt die Verlegung von der bereits verlegten Fläche oder von der Tragschicht aus.

6.5.2 Versetzen bei gebundenem Großformatbelag

Bei gebundenen Großformatbelägen ist ein Haftvermittler zwischen dem Bettungsmörtel und den Großformaten zu verwenden. Dazu ist jedes einzelne Großformat vor dem Versetzen rückseitig mit dem Haftvermittler zu versehen und dann in den Bettungsmörtel zu versetzen. Das Aufzählen des Haftvermittlers mit einer Zahnung von 8 mm hat sich als zweckmäßig erwiesen.

Insbesondere bei großen Elementen, zum Beispiel mit einer Gesamtlänge von 800 mm, kann es zweckmäßig sein, den Haftvermittler zusätzlich zu dem Auftragen auf die Unterseite der Elemente auch in einer dünnen Lage auf die vorbereitete Bettung flächig aufzutragen und die Elemente unmittelbar im Anschluss daran

zu versetzen. Um die Wasserdurchlässigkeit der Bettung nicht zu gefährden, ist beim Auftragen des Haftvermittlers darauf zu achten, dass der Bereich der Fugen frei von Haftvermittler bleibt.

In jedem Fall ist frisch in frisch zu arbeiten, das heißt, zum Zeitpunkt des Versetzens der Großformate haben der Bettungsmörtel und der Haftvermittler ihren jeweiligen Erstarrungsbeginn noch nicht erreicht und sind noch verarbeitbar.

Um den Haftverbund zu den Großformaten nicht negativ zu beeinflussen oder zu schädigen, sind die Großformate direkt mit dem Versetzen in ihre endgültige Position zu bringen. Ein nachträgliches Ausrichten der Großformate, das heißt, ein Ausrichten nach dem Einsetzen des Erstarrungsbeginns der hydraulisch gebundenen Komponenten hat zu unterbleiben.

Weitere Hinweise sind dem M FPgeb zu entnehmen.

6.5.3 Anschlüsse

Das Zuarbeiten von Großformaten hat nach den Planungsvorgaben (vgl. Abschnitt 4.5.6) und den nachstehenden handwerklichen Grundregeln zu erfolgen:

- Die nach dem Schneiden verbleibende kürzeste Seite des Passelementes sollte betragen:
 - bei Großformaten mit einer größten Kantenlänge von ≤ 600 mm mindestens $1/3$ der größten Kantenlänge des unbearbeiteten Passelementes und
 - bei Großformaten mit einer größten Kantenlänge von > 600 mm mindestens $1/4$ der größten Kantenlänge des unbearbeiteten Passelementes.
- In den Bereichen, die nicht von Kraftfahrzeugen erreicht werden können, kann von den vorgenannten Empfehlungen abgewichen werden. Die nach dem Schneiden verbleibende kürzeste Seite des Passelementes sollte dann betragen:
 - bei Großformaten mit einer größten Kantenlänge von ≤ 600 mm mindestens $1/4$ der größten Kantenlänge des unbearbeiteten Passelementes und
 - bei Großformaten mit einer größten Kantenlänge von > 600 mm mindestens $1/5$ der größten Kantenlänge des unbearbeiteten Passelementes.
- Die Passelemente sollten nach Möglichkeit keine spitzen Winkel, das heißt keine solchen unter 45° , aufweisen.

Das Zuarbeiten von Passelementen sollte vorzugsweise mit einem Nassschnittverfahren erfolgen. Bei Großformaten aus Naturstein mit spaltrauen Seitenflächen kann das Zuarbeiten alternativ dazu durch Verhau oder nachträgliche grobe Bearbeitung der Seitenflächen erfolgen.

Die Fugenbreite an Anschlüssen von Einbauten, Einfassungen oder Begrenzungen sollte der für den Großformatbelag vorgegebenen Fugenbreite unter Berücksichtigung der zulässigen Abweichungen entsprechen.

Die Bereiche des Großformatbelages, die an Einbauten angrenzen, sind derart auszubilden, dass kein ungebundenes Bettungsmaterial und kein ungebundenes Fugenmaterial in die Anschlussbereiche abwandern kann.

Die Bilder 3 und 4 im Abschnitt 4.5.6 zeigen Beispiele für die Ausgestaltung von Passelementen beim Anschluss an eine schräg verlaufende Kante. Weitere Hinweise können dem genannten Abschnitt entnommen werden.

6.5.4 Verlegung in Radien und Kurven

Die Verlegung von Großformaten in Radien und Kurven hat nach den Planungsvorgaben (vgl. Abschnitt 4.5.8) zu erfolgen. Die vereinbarte Fugenbreite sollte über den gesamten Belag eingehalten werden. Das Zuarbeiten von Großformaten ist nach den im Abschnitt 6.5.3 beschriebenen handwerklichen Grundregeln vorzunehmen.

Zwickelflächen sollten grundsätzlich vermieden werden. Falls sie dennoch ausgeführt werden sollen, sind sie auf Randbereiche, das heißt, auf Bereiche ohne unmittelbare Befahrung durch Kraftfahrzeuge, zu beschränken. Elemente für Zwickelflächen müssen die gleiche Dicke aufweisen wie die angrenzenden Großformate.

6.6 Verfugen und Verdichten

6.6.1 Allgemeines

Beim Verfugen ist darauf zu achten, dass Straßenabläufe und ähnliche Einbauten nicht verunreinigt werden und die Oberfläche des Großformatbelages nicht dauerhaft verfärbt oder verschmutzt wird.

Die Art der Verdichtung und die vorgesehenen Verdichtungsgeräte müssen auf die Art der Ausführung (gebunden oder ungebunden), auf die Abmessungen und auf das Gewicht der Großformate sowie auf die Beschaffenheit der oberen Tragschicht abgestimmt sein. Das trifft für Vibrationsplatten insbesondere im Hinblick auf ihr Betriebsgewicht, ihre Zentrifugalkraft und ihre Frequenz zu.

Die Oberseite der Großformate ist während des Verdichtens vor mechanischen Beschädigungen und Verschmutzungen zu schützen. Zum Verdichten von Großformatbelägen eignen sich zum Beispiel gummiummantelte Walzenrüttler (vielfach auch als Rollenrüttler bezeichnet) oder Vibrationsplatten mit planebener Unterseite. Vibrationsplatten aus Stahl sollten immer mit einer Kunststoffmatte an der Unterseite ausgestattet sein. Vibrationswalzen dürfen nicht für die Verdichtung des Großformatbelages eingesetzt werden.

Durch das Verdichten darf der geplante Fugenverlauf nicht beeinträchtigt werden.

6.6.2 Ungebundene Ausführung

Für das Verfugen des ungebundenen Großformatbelages und dessen Verdichtung bis zur Standfestigkeit sollten mindestens zwei Arbeitsgänge vorgesehen werden, um sicher zu stellen, dass die Fugen vollständig und möglichst kompakt gefüllt sind. Es darf generell kein gefrorenes Fugenmaterial verarbeitet werden.

Das erste Füllen der Fugen muss kontinuierlich mit dem Fortschreiten der Verlegearbeiten erfolgen, indem das Fugenmaterial auf den Belag aufgebracht und in die Fugen eingearbeitet wird, so dass eine ausreichende Lagestabilität der Großformate erreicht wird. Insbesondere bei breiteren Sollfugen kann es zweckmäßig sein, für die erste Fugenfüllung das vorgesehene Bettungsmaterial zu verwenden.

Überschüssiges Fugenmaterial ist im Anschluss vollständig zu beseitigen. Danach ist der Großformatbelag erstmalig mit einem Verdichtungsgerät zu verdichten, wodurch dessen endgültige Standfestigkeit noch nicht erreicht werden muss.

Im Anschluss ist erneut Fugenmaterial aufzubringen, in die Fugen einzuarbeiten und unter begrenzter Wasserzugabe einzuschlämmen.

Der Großformatbelag ist dann wieder vollständig und sauber abzufegen und im Anschluss bei abgetrockneter Oberfläche mit einem Verdichtungsgerät bis zum Erreichen der Standfestigkeit zu verdichten.

Je nach Fugenbreite sowie Art und Dicke der Großformate kann mehrmaliges Einarbeiten von Fugenmaterial, gegebenenfalls auch unter Zuhilfenahme von Werkzeugen zum Stopfen des Fugenmaterials, und mehrmaliges Einschlämmen sowie mehrmaliges Verdichten des Großformatbelages erforderlich sein.

Nach einem Einschlämmvorgang ist mit dem Verdichten des Großformatbelages stets solange zu warten, bis die Bettung und die Tragschichten ausreichend abgetrocknet sind. Das Verdichten des Großformatbelages sollte immer bei trockener Belagsoberfläche erfolgen.

Großformatbeläge sind grundsätzlich in sich überlappenden Bahnen beginnend von den Rändern zur Mitte hin zu verdichten. Generell dürfen Großformatbeläge mit unverfüllten Fugen nicht verdichtet, sprich abgerüttelt, werden.

Nach dem letzten Verdichtungsvorgang können die Fugen abschließend mit einem Fugenschluss durch Einschlämmen versehen werden. Das eingebrachte Fugenschlussmaterial sollte die oberen etwa 10 mm der Fuge ausfüllen. Zu Fugenschlussmaterialien siehe auch Abschnitt 5.1.4.

6.6.3 Gebundene Ausführung

Auf das M FPgeb wird verwiesen.

6.7 Lage des Großformatbelages, zulässige Abweichungen

6.7.1 Bettungsdicke

Die zulässige Abweichung von der vorgegebenen Bettungsdicke beträgt bei der ungebundenen und bei der gebundenen Ausführung jeweils ± 1 cm.

6.7.2 Fugenbreite

Die zulässige Abweichung von der vorgegebenen Fugenbreite beträgt:

- ± 2 mm bei Großformaten aus Beton oder Naturstein mit bearbeiteten Seitenflächen, unabhängig von der Art der Ausführung des Belages (gebunden oder ungebunden),
- bei Großformaten aus Naturstein mit spaltrauen Seitenflächen und bei ungebundener Ausführung des Belages dürfen die in der Tabelle 6 (siehe Abschnitt 4.5.5.4) genannten Fugenbreiten nicht überschritten werden,

- ± 5 mm bei Großformaten aus Naturstein mit spaltrauen Seitenflächen und einer Dicke von 100 mm bis 120 mm und bei gebundener Ausführung des Belages,
- ± 10 mm bei Großformaten aus Naturstein mit spaltrauen Seitenflächen und einer Dicke von mehr als 120 mm und bei gebundener Ausführung des Belages.

6.7.3 Neigung der Belagsoberfläche

Die zulässige Abweichung von der vorgegebenen Neigung des Großformatbelages beträgt $\pm 0,4$ % (absolut). Dabei darf der Mindestwert von 2 % grundsätzlich nicht unterschritten werden. In Verwindungsbereichen können höhere Anforderungen an die Ebenheit erforderlich sein. Die Planungsvorgaben sind zu beachten.

6.7.4 Höhenversprung, vertikaler Absatz

Großformatbeläge sind höhengleich herzustellen. Ein Höhenversprung, das heißt ein vertikaler Absatz zwischen benachbarten Großformaten, darf bei Großformaten mit ebener Oberfläche aus Beton bzw. aus Naturstein höchstens 2 mm betragen. Bei Großformaten aus Naturstein mit spaltrauer Oberseite darf dieses Maß höchstens 5 mm betragen, sofern die Leistungsbeschreibung nichts anderes vorsieht (siehe auch Abschnitt 4.5.7). Ein geringeres Maß kann unter Umständen nur durch ein Nacharbeiten der Großformate im Zuge der Ausführung erreicht werden.

Neben Randeinfassungen, Entwässerungsrinnen und sonstigen Einbauten muss die Oberfläche des Großformatbelages mindestens $7 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ über deren Oberfläche liegen.

Bei der Ausbildung von Hochpunkten im Zuge von Neigungswechseln in der Fläche können aufgrund der Abmessungen der Großformate besondere Maßnahmen erforderlich werden, um die regelgerechte Fugenbreite und den höhengleichen Anschluss an den Fugen einzuhalten (siehe auch Abschnitt 4.5.10.4).

6.7.5 Profilgerechte Lage und Ebenheit

Die zulässigen Abweichungen von der Ebenheit in Abhängigkeit der resultierenden Neigung des Belages sind der Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8: Zulässige Abweichung von der Ebenheit von Großformatbelägen

Baustoff	resultierende Neigung ¹⁾	zulässige Abweichung (Stichmaß) unter der 4-m-Latte ²⁾
Beton, Naturstein mit ebener Oberseite	$\geq 2,0$ % bis $< 2,5$ %	8 mm
	$\geq 2,5$ %	10 mm
Naturstein mit spaltrauer Oberseite	$\geq 2,0$ % bis $< 2,5$ %	10 mm
	$\geq 2,5$ % bis $< 3,0$ %	12 mm
	$\geq 3,0$ %	15 mm

¹⁾ An der Messstelle vorhandene Neigung.

²⁾ Die Messungen erfolgen 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.

6.8 Randeinfassungen und Entwässerungsrinnen

Bei Einfassungen von Verkehrsflächen der 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.

Ansonsten wird auf das M FP verwiesen.

7 Verkehrsfreigabe

7.1 Allgemeines

Bei der Nutzung der Verkehrsfläche ist unter anderem darauf zu achten, dass hohe statische Punktlasten, wie sie zum Beispiel von Kranstützen oder Abstützungen von Fahrgeschäften verursacht werden, immer einer lastverteilenden Zwischenschicht bedürfen. Diese sollte sich möglichst auf mehrere Großformate erstrecken. In Einzelfällen kann es notwendig sein, die zum Schutz der Großformate erforderlichen Maßnahmen mit Hilfe eines rechnerischen Nachweises zu bestimmen.

Für die Erhaltung von Großformatbelägen wird ansonsten auf das M BEP verwiesen.

7.2 Ungebundene Ausführung

Die Fläche darf erst für den Verkehr freigegeben werden, wenn Bettung und Tragschichten nach dem letzten Einschlammvorgang (Fugenfüllung oder Fugenschluss) ausreichend abgetrocknet sind. Je nach Wasserdurchlässigkeit des Oberbaus und des Untergrundes kann dies in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen mehrere Tage dauern.

Ungebundene Großformatbeläge sind so zu reinigen, dass möglichst kein Fugenmaterial ausgetragen wird. Selbstaufnehmende und vertikal saugende Kehrfahrzeuge sollten erst nach etwa einer einjährigen Liegezeit des Belages eingesetzt werden. Führt die Reinigung dazu, dass die Fugen nicht mehr vollständig mit Fugenmaterial gefüllt sind, sollte unverzüglich Fugenmaterial ergänzt werden. Überdachte ungebundene Großformatbeläge sollten ausschließlich von Hand gereinigt werden.

Fehlendes Fugenmaterial ist unverzüglich zu ersetzen. Für die Zeit nach der Abnahme wird empfohlen, einen Wartungsvertrag abzuschließen.

7.3 Gebundene Ausführung

Auf das M FPgeb wird verwiesen.

Anhang A

Technische Regelwerke und Literaturverzeichnis

Technische Regelwerke

DIN	DIN ATV 18299	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art	1)
	DIN ATV 18316	– Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln	1)
	DIN ATV 18318	– Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen	1)
	DIN 18125-2	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Dichte des Bodens – Teil 2: Feldversuche	1)
	DIN 18134	Baugrund – Versuche und Versuchsgeräte – Plattendruckversuch	1)
	DIN EN 12504-1	Prüfung von Beton in Bauwerken – Teil 1: Bohrkernproben – Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit	1)
	DIN EN 12390-7	Prüfung von Festbeton – Teil 7: Rohdichte von Festbeton	1)
	DIN EN 13286-2	Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 2: Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Referenz-Trockendichte und des Wassergehaltes – Proctorversuch	1)
	DIN EN 1338	Pflastersteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren	1)
	DIN EN 1339	Platten aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren	1)
	DIN EN 1341	Platten aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren	1)
	DIN EN 1342	Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren	1)
FGSV		Merkblatt über den Rutschwiderstand von Pflasterdecken und Plattenbelägen für den Fußgängerverkehr (FGSV 407)	2)
		Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau (FGSV 516)	2)

Fortsetzung Technische Regelwerke

FGSV	M BEP	Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Platten- und Großformatbelägen sowie von Einfassungen (FGSV 620)	2)
	M DBT	Merkblatt für Dränbetontragschichten (FGSV 827)	2)
	M FP	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen (FGSV 618/1)	2)
	M FPgeb	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (FGSV 618/2)	2)
	M Geok E	Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus (FGSV 535)	2)
	M SoB	Merkblatt für Schichten ohne Bindemittel (FGSV 633)	2)
	M VV	Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen (FGSV 947)	2)
	REWS	Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (FGSV 539)	2)
	RStO	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (FGSV 499)	2)
	TL Geok E-StB	Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus (FGSV 549)	2)
	TL Gestein-StB	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (FGSV 613)	2)
	TL Pflaster-StB	Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (FGSV 643)	2)
	TL SoB-StB	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (FGSV 697)	2)
	TP Asphalt-StB	Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 8: Volumetrische Kennwerte von Asphalt-Probekörpern und Verdichtungsgrad (FGSV 756/8)	2)
	TP Beton-StB	Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton (FGSV 892)	2)
	TP D-StB	Technische Prüfvorschriften zur Bestimmung der Dicken von Oberbauschichten im Straßenbau (FGSV 774)	2)
	TP Eben – Berührende Messungen	Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung – Teil: Berührende Messungen (FGSV 404/1)	2)

Fortsetzung Technische Regelwerke

FGSV	TP Gestein-StB	Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Teil 5.5.3: Bestimmung der mechanischen Festigkeit an der Gesteinskörnung 0/5,6 mm – modifiziertes Micro-Deval-Verfahren (FGSV 610/5.5.3) – Teil 8.3.2: Bestimmung des Infiltrationsbeiwertes mit dem Modifizierten Standrohr-Infiltrometer – in situ-Verfahren (FGSV 610/8.3.2)	2) 2)
	ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (FGSV 599)	2)
	ZTV Ew-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau (FGSV 598)	2)
	ZTV Pflaster-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen (FGSV 699)	2)
	ZTV SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (FGSV 698)	2)

Literaturverzeichnis

Radenberg, M.; Sedaghat, N.; Kollar, J.; Flottmann, N. (2018): Evaluation Ressourcen schonender Tragschichten. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.). Bremen: Fachverlag NW in der Carl Schünemann KG

Bezugsquellen

1) Beuth Verlag GmbH

Anschrift: Beuth Verlag GmbH
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
Telefon: 0 30 / 26 01-0, Telefax: 0 30 / 26 01-1260
E-Mail: kundenservice@beuth.de, Internet: www.beuth.de

2) FGSV Verlag GmbH

Anschrift: Wesseling Straße 15-17, 50999 Köln
Tel.: 0 22 36 / 38 46 30, Fax: 0 22 36 / 38 46 40
E-Mail: info@fgsv-verlag.de, Internet: www.fgsv-verlag.de
Alle aufgeführten FGSV-Veröffentlichungen sind auch digital für den FGSV Reader erhältlich und enthalten im umfassenden Abo-Service „FGSV – Technisches Regelwerk – Digital“

Erläuterung zur Systematik von Technischen Veröffentlichungen der FGSV

R steht für Regelwerke:

Solche Veröffentlichungen regeln entweder, wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden müssen bzw. sollen (R 1), oder empfehlen, wie diese geplant oder realisiert werden sollten (R 2).

W steht für Wissensdokumente:

Solche Veröffentlichungen zeigen den aktuellen Stand des Wissens auf und erläutern, wie ein technischer Sachverhalt zweckmäßigerweise behandelt werden kann oder schon erfolgreich behandelt worden ist.

Die Kategorie **R 1** bezeichnet Regelwerke der 1. Kategorie:

R 1-Veröffentlichungen umfassen Vertragsgrundlagen (ZTV – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien, TL – Technische Lieferbedingungen und TP – Technische Prüfvorschriften) sowie Richtlinien. Sie sind stets innerhalb der FGSV abgestimmt. Sie haben, insbesondere wenn sie als Vertragsbestandteil vereinbart werden sollen, eine hohe Verbindlichkeit.

Die Kategorie **R 2** bezeichnet Regelwerke der 2. Kategorie:

R 2-Veröffentlichungen umfassen Merkblätter und Empfehlungen. Sie sind stets innerhalb der FGSV abgestimmt. Die FGSV empfiehlt ihre Anwendung als Stand der Technik.

Die Kategorie **W 1** bezeichnet Wissensdokumente der 1. Kategorie:

W 1-Veröffentlichungen umfassen Hinweise. Sie sind stets innerhalb der FGSV, jedoch nicht mit Externen abgestimmt. Sie geben den aktuellen Stand des Wissens innerhalb der zuständigen FGSV-Gremien wieder.

Die Kategorie **W 2** bezeichnet Wissensdokumente der 2. Kategorie:

W 2-Veröffentlichungen umfassen Arbeitspapiere. Dabei kann es sich um Zwischenstände bei der Erarbeitung von weitergehenden Aktivitäten oder um Informations- und Arbeitshilfen handeln. Sie sind nicht innerhalb der FGSV abgestimmt; sie geben die Auffassung eines einzelnen FGSV-Gremiums wieder.