

Einbau- und Verlegehinweise für Großformatplatten

In der Praxis wird am häufigsten die ungebundene Bauweise ausgeführt. Unsere Großformate werden nahezu ausschließlich in ungebundener Bauweise (Regelbauweise) verarbeitet.

Bei der ungebundenen Bauweise handelt es sich um ein flexibles System, das für den Einsatz von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten zahlreiche Vorteile bietet. So ist eine elastische Verformung des Belags bei hoher Krafteinwirkung jederzeit möglich. Zudem können im Reparatur- bzw. Aufgrabungsfall die Elemente aufgenommen und wieder eingesetzt werden. Reparaturen sind somit ohne eine Veränderung des Erscheinungsbildes durchführbar.

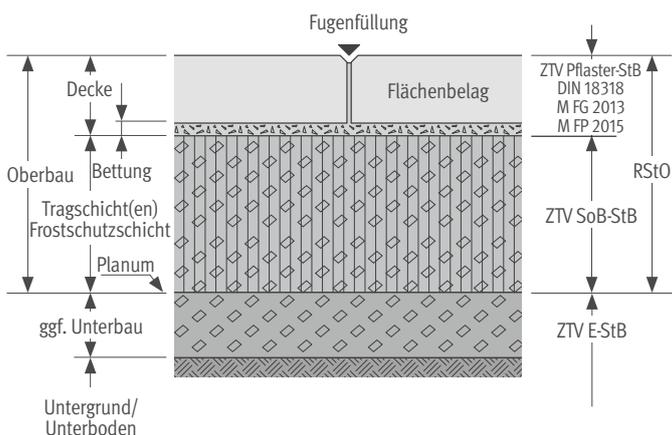


Das XXL-Technikhandbuch behandelt daher ausschließlich die ungebundene Bauweise. Zu bestellen unter www.klostermann-beton.de.

Ungebundene Bauweise als Regelbauweise

Die Oberbaukonstruktion mit Pflaster- bzw. Plattendecke als ungebundene Ausführung fordert eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit bei allen Schichten, verbunden mit der notwendigen Erosionsfestigkeit. Gesteinskörnungsgemische aneinandergrenzender Schichten müssen filterstabil aufeinander abgestimmt werden. Die Schichtengrenzen:

- Fugen-/Bettungsmaterial
- Bettungsmaterial/obere Tragschicht
- Tragschichten untereinander
- Tragschicht/Untergrund bzw. Unterbau



- Die Beständigkeit zweier benachbarter Gesteinskörnungsgemische gegen Kornumlagerungen an einer von Wasser umströmten Schichtgrenze wird als Filterstabilität bezeichnet. Zu ihrer Beurteilung werden Filterregeln verwendet.

Der Nachweis der Filterstabilität erfolgt nach diesen Bedingungen:

- Durchlässigkeitsbedingung
- Bedingung für die Sicherheit gegen Erosion
- Bedingung für die Sicherheit gegen Kontakterosion

Zusätzlich werden Ansprüche an die Frostsicherheit und die Tragfähigkeit sowie an die Standfestigkeit im Gebrauchszustand gestellt.

Die Tragfähigkeit wird als mechanischer Widerstand gegen kurzzeitige Verformungen definiert. Sie ist beeinflussbar in der Befestigung über die Schichtdicken sowie in den Tragschichten ohne Bindemittel über die Anzahl an Kornkontakten. Je höher die Anzahl der Kornkontakte, desto besser die Tragwirkung der Schicht. Die Einhaltung der Sieblinienbereiche gemäß ZTV SoB-StB ist hierfür notwendig.

Die Standfestigkeit wird als Widerstand gegen verbleibende Verformung definiert. Sie ist beeinflussbar in den Tragschichten ohne Bindemittel über die Reibung sowie in den Kornkontaktpunkten/Kornkontaktflächen und im Verdichtungsgrad. Die Anwendung gebrochener Gesteinskörnungen ist deshalb insbesondere bei hohen Verkehrsbelastungen zu empfehlen.

Die ungebundene Bauweise besteht im Wesentlichen aus drei Komponenten:

- Untergrund/Unterbau
- Planum
- Oberbau

Untergrund/Unterbau

Der Untergrund ist der anstehende gewachsene Boden. Der Unterbau ist eine angeschüttete Schicht, die zum Ausgleich des Untergrundes und zur Erstellung der notwendigen Höhe dient. Der Unterbau ist nur notwendig, wenn die Höhe des Untergrundes nicht ausreicht, um die Endlage zu erreichen, oder beim Austausch ungeeigneter Böden. In den ZTV E-StB sind die Anforderungen an den Untergrund/Unterbau genau definiert.

Planum

Das Planum ist die profil- und höhengerecht hergestellte Oberfläche des Untergrundes/Unterbaues. Nach RStO muss die Planumsebene ein Verformungsmodul $EV_2 = 45 \text{ MPa}$ erreichen.

Oberbau

Der Oberbau setzt sich aus verschiedenen Schichten zusammen, die für die Tragfähigkeit der Verkehrsfläche notwendig sind. Die RStO regelt die Mindestdicken der einzelnen Schichten des Oberbaus. Gemäß MFG/SLG-Merkblatt für großformatige Pflastersteine und Platten aus Beton erfolgt die Bemessung des Oberbaues in Anlehnung an die RStO.

Dem Oberbau kommt die wichtigste Aufgabe für eine dauerhaft funktionstüchtige Flächenbefestigung zu. Der Oberbau besteht aus:

- Fugenschluss
- Flächenbelag (Pflasterdecke)
- Fuge (Pflasterdecke)
- Bettung (Pflasterdecke)
- Tragschicht
- Frostschuttschicht

Anforderung

Das Verformungsmodul auf der oberen Tragschicht soll abweichend von den RStO, jedoch nach den ZTV Pflaster-StB 20 den Wert $EV_2 > 180 \text{ MPa}$ und das Verhältnis der Verformungsmodule $EV_2/EV_1 < 2,2$ aufweisen (M FG/SLG-Merkblatt).

Für hoch belastete Verkehrsflächen sind entsprechende Elementdicken erforderlich, damit diese die Belastungen aus den Radlasten und den dynamischen Beanspruchungen aufnehmen können. Dies kann zu größeren Oberbaudicken führen als nach den RStO im Hinblick auf die Frostsicherheit erforderlich ist.

Im SLG-Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton werden Beispiele zur Ermittlung der erforderlichen Dicke des Straßenaufbaus auf F2- bzw. F3-Böden angegeben. Diese gelten sinngemäß auch für Flächenbefestigungen mit anderer Nutzung, zum Beispiel Parkplätze. Diese Beispiele verdeutlichen, dass sich die Dicke des Straßenaufbaus je nach Bauweise und örtlichen Verhältnissen aus den Anforderungen an die Frostsicherheit sowie den Anforderungen an die Tragfähigkeit der einzelnen Schichten ergeben kann. Es wird darauf hingewiesen, dass die in Tafel 3 der RStO 12 standardisierten Bauweisen für Bauweisen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten nur bedingt anwendbar sind, da an den entsprechenden Stellen Elementdicken von über 100 mm nicht dargestellt sind.

Die angegebenen Schichtdicken berücksichtigen ausschließlich die Anforderungen an die Tragfähigkeit, was in den meisten Fällen auch maßgebend sein wird. Dennoch sollte insbesondere für befahrene Verkehrsflächen stets geprüft werden, ob aus Gründen der Frostsicherheit eine größere Dicke des frostsicheren Oberbaues erforderlich ist. Hier wird auf die RStO 12, Abschnitt 3.2 verwiesen. In solchen Fällen ist die Dicke der Frostschutzschicht entsprechend zu erhöhen.

Frostschutzschicht

Frostschutzschichten sind im straßenbautechnischen Sinn Tragschichten ohne Bindemittel und müssen insofern den Anforderungen der ZTV SoB-StB genügen. Für befahrene Verkehrsflächen sollten ausschließlich Baustoffgemische aus Schotter, Splitt, Sand und/oder Kies für die Frostschutzschicht eingesetzt werden. Von der Anwendung einer Schicht aus frostunempfindlichem Material anstelle einer Frostschutzschicht wird aufgrund noch nicht ausreichender Erfahrungen abgeraten, insbesondere im Hinblick auf die erreichbare Tragfähigkeit derartiger Schichten.

Tragschicht

Die Tragschicht ist das Element, das die auftretenden Lasten über den Belag in den Untergrund abführen muss. Tragschichten müssen, wie der Begriff schon selbst erklärt, ausreichend tragfähig sein. Analog zu Pflasterdecken müssen sie genügend standfest sein. Sie dürfen sich bei auftretenden Verkehrsbelastungen nicht bleibend verformen. Die entsprechenden Mineralstoffgemische und ihre Verdichtung erfüllen diese Anforderungen. Da die ungebunden verfugten Pflaster- und Plattenbeläge wasserdurchlässig sind, muss das eindringende Wasser durch die Tragschichten in den Untergrund abgeleitet werden.

Werden Verkehrsflächen von Schwerlastfahrzeugen befahren, müssen aufgrund der relativ großen Elementabmessungen besonders steife, das heißt verformungsarme Tragschichten ausgeführt werden. Es besteht die Gefahr, dass hohe Radlasten zum Nachgeben des Untergrundes und zum Abheben des lastfreien Endes der Platte führen. Mögliche Folgen: Fugenmaterial gelangt unter die Platte, die Platte nimmt Schaden und die Verkehrsfläche verformt sich. So wird deutlich, dass bei den unterschiedlichen zu erfüllenden Kriterien einer hohen Verdichtung und einer guten Wasserdurchlässigkeit sehr sensibel gearbeitet werden muss. Die Kornabstufung der Mineralgemische spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Einige Mineralgemische und Kornabstufungen sind nicht geeignet. Tragschichten müssen auch gemäß den Forderungen der ZTV SoB-StB 04 erstellt werden.

Bettung

Die Bettung muss gemäß den ZTV Pflaster-StB 20 ausgeführt werden. Wir empfehlen je nach Fugenbreite Baustoffgemische der Lieferkörnung 0/4 mm, 0/5 mm oder 0/8 mm.

Die Dicke der Bettung bei der Verwendung von Großformaten wird im M FG/SLG-Merkblatt mit i. M. 40 mm im verdichteten Zustand angegeben. Die Gesteinskörnungen müssen zudem einen hohen Widerstand gegen Kornzertrümmerung und Abrieb (hohe Kornfestigkeit) aufweisen. Durch dynamische Beanspruchung können sich bei Gesteinskörnungen mit geringer Kornfestigkeit Feinanteile bilden, welche die Wasserdurchlässigkeit der Bettung herabsetzen und die Schadensanfälligkeit der Decke erhöhen.

Weisen derartige Gesteinskörnungen, wie zum Beispiel Kalksteinsplitt, darüber hinaus latent hydraulische Eigenschaften auf, erhärten deren Feinanteile in Verbindung mit der Umgebungsfeuchte zu einer mörtelähnlichen Schicht. Die Wasserdurchlässigkeit der Bettung geht dann in der Regel vollständig verloren und Schäden sind meist nicht mehr abzuwenden. Daher muss von der Verwendung derartiger Gesteinskörnungen dringend abgeraten werden. Das Bettungsmaterial muss gegenüber der Tragschicht filterstabil sein.

Belag

Für die Verlegung von großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton kommen auf Grund des hohen Gewichts der Elemente praktisch ausschließlich Vakuum-Verlegegeräte zum Einsatz. Diese müssen auf das evtl. relativ hohe Gewicht der zu verlegenden Elemente ausgelegt sein. Die Großformate sind fluchtgerecht, an den Fugen höhengleich und im vorgegebenen Verband unter Einhaltung der vorgegebenen Fugenbreite auf die vorbereitete Bettung eben – d. h. ohne zu verkanten – abzulegen. Zur Einhaltung der vorgegebenen Fugenbreite und eines gleichmäßigen Fugenbildes wird die Verwendung von Fugenlehren empfohlen.



Einbau- und Verlegehinweise für Großformatplatten

Fugenfüllung

Wie im M FG/SLG-Merkblatt beschrieben, gibt es klare Empfehlungen zur Beschaffenheit des Fugenmaterials. Das heißt, das Material

- muss sich vollständig in die Fugen einarbeiten lassen,
- muss die auftretenden statischen und dynamischen Belastungen auf die angrenzenden Elemente übertragen können,
- muss horizontalen Verschiebungen der Elemente entgegenwirken,
- darf nicht in das Bettungsmaterial abwandern (filterstabil gegenüber dem Bettungsmaterial)
- darf keine bleibenden Verfärbungen an der Oberfläche der Elemente hervorrufen.

Als Fugenfüllmaterial sind kornabgestufte Gesteinskörnungen oder Gesteinskörnungsgemische mit begrenztem Feinkornanteil geeignet. Zur Fugenverfüllung empfehlen wir 0/3, 0/4 oder 0/5 mm Fugenmaterial. Somit wird eine optimale Fugenfüllung zwischen den einzelnen Platten und vor allem zwischen den einzelnen Verzahnungsnocken erreicht. Eine stetige Sieblinie von 0/3 mm kann durch das Mischen von ca. 50 % Edelbrechsand 0/2 mm und ca. 50 % Edelsplitt 1/3 mm hergestellt werden.

Auf den Nachweis der Filterstabilität zwischen Bettungs- und Fugenmaterial muss geachtet werden. Vorzugsweise sollte eine Gesteinskörnung von 0/5 mm für die Bettung eingesetzt werden. Dadurch wird eine stabile Trennung des Fugen- und Bettungsmaterials erreicht. Ein Einrieseln des Fugenmaterials in die Bettung wird verhindert. Es bleibt eine dauerhafte Verfugung, die die Beanspruchungen aus der Verkehrslast aufnehmen und übertragen kann. Die Korngrößenverteilung ist im Allgemeinen in Abhängigkeit von der Fugenbreite zu wählen.

Fugenschluss

Auch zum Fugenschluss spricht das SLG-Merkblatt eindeutige Empfehlungen aus. So muss das Material

- sich vollständig in die Fugen einarbeiten lassen,
- dem Aussaugen, zum Beispiel durch Fahrverkehr oder Kehrsaugmaschinen, möglichst großen Widerstand entgegensetzen, und
- es darf keine Verfärbung an der Belagsoberfläche erzeugen.



- Als Fugenschlussmaterial, das erst nach dem Abrütteln eingebracht werden darf, eignet sich ein Edelbrechsand. Damit wird bei ordnungsgemäßer Ausführung, nämlich dem Einschlämmen, im oberen Bereich der Fuge eine gut geschlossene und verfestigte Fugenfüllung erreicht, die dem Aussaugen hohen Widerstand entgegensetzt.

Da Großformate aus gestalterischen Gründen häufig mit hochwertigen Oberflächen hergestellt werden, ist bei der Auswahl der Fugenmaterialien darauf zu achten, dass sie den Belag nicht verfärben.

In den Fußgängerzonen der Städte und Gemeinden wird die Reinigung in der Regel mit saugenden Maschinen durchgeführt. Vollständig gefüllte Fugen sind für die dauerhafte Belastbarkeit der Verkehrsfläche sehr wichtig. In ausgesaugten Fugen sammelt sich Unrat wie Zigarettenkippen oder Papier. Auch deshalb ist das Aussaugen unbedingt zu vermeiden. Sollte ein kunstharzgebundenes Fugenschlussmaterial zum Einsatz kommen, so wird es auf der gesamten Fläche verteilt. Das Material wird sorgfältig vom Pflaster aus in die Fugen geführt, die so schließlich geschlossen werden. Bei dieser Art des Fugenschlusses bleibt zunächst oft ein dünner Kunstharzfilm auf der Oberfläche zurück. Dieser wird von selbst nach einigen Wochen durch mechanische Beanspruchung und Witterungseinflüsse entfernt.

Diese Ausführung des Fugenschlusses entspricht nach wie vor der Regelbauweise – die der ungebundenen Bauweise.

Verbände unter Verkehrsbelastung

Großformatsysteme werden durch die Art des Verbandes beeinflusst. Grundsätzlich muss bei der Wahl die zu erwartende Verkehrsbelastung berücksichtigt werden, denn nicht jeder Verband ist für jeden Zweck geeignet.

Unsere Großformatsysteme lassen sich sowohl unter Verwendung eines Formats als auch mit wechselnden Formaten zu unterschiedlichen Verbänden verlegen. Durch die Vielzahl der Verlegemuster können die gestalterischen Anforderungen der geplanten Fläche angepasst werden.

Gemäß ATV DIN 18318 sind bei befahrbaren Verkehrsflächen Verbände mit durchgehenden Fugen in Fahrtrichtung nicht zulässig. Somit dürfen Verbände unter Verkehrsbelastung nicht als Kreuzfugenverband ausgeführt werden, da diese zu Verschiebungen neigen. Mit den Großformaten von KLOSTERMANN lassen sich Horizontalkräfte durch spezielle Verschiebesicherungen kompensieren und ableiten. Im Einzelfall ist genau zu prüfen, unter welchen Bedingungen und Belastungsvoraussetzungen bestimmte Verbände möglich sind.

Ein weiterer Aspekt bei Verkehrsbelastungen muss besonders beachtet werden: Die Großformate müssen dauerhaft stabil liegen, um die auftretenden Kräfte gut aufnehmen zu können. Sie dürfen weder verschieben noch brechen. Zur Abtragung der fahrdynamischen Kräfte sind der Verband und die Verschiebesicherungssysteme von entscheidender Bedeutung.

Allgemein gilt, dass diagonal zur Fahrtrichtung verlegte Pflastersteine und Platten Horizontalkräfte besser abtragen, zum Beispiel im Fischgrätverband. Der Grund: Beim Überfahren werden gleich mehrere Elemente zur Lastabtragung herangezogen. Der Fischgrätverband ist zudem gegenüber Spurrinnen weniger anfällig.

Kreuzfugenverbände eignen sich für die repräsentative Gestaltung von Plätzen, Eingangsbereichen und Atrien, bei denen eine hohe Verkehrsbelastung nicht im Vordergrund steht. Eine optische Ausrichtung der Fläche erfolgt bei Kreuzfugenverbänden durch die Wahl und Ausrichtung des Großformats. Bei rechteckigen Formaten wirkt der Flächenbelag in Längsrichtung gestreckt, quer zur Längsrichtung eher verkürzt. Bei quadratischen Formaten gibt es keine Ausrichtung. Die Kreuzfuge erfordert höchste Ansprüche an die Maßhaltigkeit der Großformate und an die Exaktheit der Verlegung. Jede Verschiebung wird als störend empfunden. Wir empfehlen daher Systeme mit einem fest angeformten Verzahnungssystem auszuschreiben, wie es bei SCADA Standard ist. Darüber hinaus ist eventuell zusätzlich die Verwendung des Erdankers VERSCHI 485/50 (Seite 128) sinnvoll.

Beim Läufer- oder Reihenverband wird durch die Formatwahl und den Versatz der Fugen die Fläche optisch ausgerichtet. Im Regelfall werden die durchlaufenden Fugen des Belags quer zur Hauptblickrichtung verlegt. Unter hoher Verkehrsbelastung muss dieser Verband quer zur Fahrtrichtung verlegt werden.

Für außerordentlich stark belastete Verkehrsflächen empfehlen wir den Fischgrätverband, zum Beispiel für Busspuren. Für diesen Verband bietet unter anderem SCADA mehrere Formate in 16 cm Dicke an. Selbstverständlich verfügen diese Formate auch über das bewährte und kraftschlüssige Rundum-Verzahnungssystem.

Verband	Abbildung	Eigenschaft/Spezifikation/Beurteilung	für befahrene Verkehrsflächen		
			nicht geeignet	gut geeignet	sehr gut geeignet
Kreuzfuge		Durchgehender Fugenverlauf – dieser Verband neigt zu Verschiebungen.	✗		
Wild		Wilder Verband (römisch) mit verschiedenen Formaten. Dieser Verband wird oftmals für Platzsituationen verwendet. Der Verband stabilisiert sich in sich selbst.		✗	
Läufer oder Reihe		Oft gewählter Verband mit 2/3-Versatz oder 1/2-Versatz. Diese Verbände finden oft Einsatz unter Verkehrsbelastung und müssen quer zur Fahrtrichtung verlegt werden.		✗	
Bahnenverlegung		Die Bahnenverlegung wird im Gegensatz zum Läufer- bzw. Reihenverband mit unterschiedlichen Bahnenbreiten verlegt – es gelten aber dieselben Regeln.		✗	
Ellbogen		Abwechselnd längs und quer versetzte Formate. Durch dieses Versetzen gibt es in keiner Richtung durchlaufende Fugen. (vgl. Fischgrätverband in 45°-Drehung)			✗
Läufer oder Reihe als Diagonalverband		Läuferverband in 45°. Häufiger Einsatz bei hoher Verkehrsbelastung. Die Rollgeräusche durch Fahrverkehr werden stark gemindert.			✗
Fischgrätverband allgemein		Bei der Verlegung im Fischgrätverband können die horizontalen Kräfte sehr gut abgetragen werden. Geeignet für hohen Fahrverkehr. Für den Randabschluss lassen sich Zuschnitte für Passstücke durch Sonderelemente (Bischofsmütze) vermeiden.			✗
Fischgrätverband mit SCADA 320 x 160 mm					✗
Fischgrätverband mit SCADA 640 x 320 mm		Fischgrätverband mit Bischofsmützen und in Kombination der SCADA-Formate 320 x 160 mm oder 640 x 320 mm. Ideal für Busspuren und stark belastete Verkehrsflächen.			✗