CREABETON AG
Bohler 5 · 6221 Rickenbach LU
0848 400 401 · info@creabeton.ch
creabeton.ch

VERSETZHINWEISE
VERBUND- UND PFLASTERSTEINE / ÖKOBELÄGE

Pflaster- und Verbundsteine sind vorfabrizierte Betonsteine für die Befestigung von Strassen, Wegen und Plätzen und können in zwei verschiedenen Gruppen eingeteilt werden:

Pflastersteine

Pflastersteine stammen von den alten Natursteinpflästerungen ab und sind wie diese in relativ einfachen Formen gehalten (Rechteck, Quadrat, Kreis, Sechseck).

Verbundsteine

Verbundsteine sind eine Weiterentwicklung der Pflastersteine. Durch eine spezielle Formgebung der Steine entsteht eine Verbundwirkung und somit ein besseres Trag- und Schubverhalten. Die Fertigung erfolgt nach der Norm SN EN 1338.

Einsatzbereich

Für die Wahl des Steintyps, der Steinstärke und der Pflästerungsart ist neben ästhetischen Überlegungen die Verkehrslastklasse massgebend. Diese ist nach der Norm VSS SN 640 480a definiert. Zum Vergleich wird in dieser Norm mit ESAL (Equivalent Single Axle Load) von 8.16 to und entsprechendem Fahraufkommen gerechnet.

Verkehrslastklasse ZP (Gehbereiche)

Fussgängerzonen, Gehwege, Balkone, Terrassen usw. In diesen Bereichen können Verbund- und Pflastersteine ab Steinstärke 4 cm eingesetzt werden.

Verkehrslastklasse T1 (sehr leichter Verkehr)

Ausschliesslich von leichten Motorfahrzeugen (≤3.5 t) befahrene Flächen, z.B. Hauseinfahrten oder Vorplätze. Geeignet sind Verbundund Pflastersteine ab Steinstärke 6 cm. Für bessere Stabilität ist die Stärke 8 cm zu bevorzugen (Motorfahrzeuge >3.5).

Verkehrslastklasse T2 (leichter Verkehr)

Für Plätze, die zusätzlich wenig mit schweren Motorfahrzeugen befahren werden, z.B. Quartierstrassen usw. Bei diesen Strassen müssen Verbund- und Pflastersteine mit einer Steinstärke von mindestens 8 cm eingesetzt werden.

Verkehrslastklasse T3 (mittlerer Verkehr)

Für Flächen mit gemischtem Verkehr, leichten und schweren Motorfahrzeugen, z.B. Quartierstrassen in industriellen Bereichen und Umschlagsplätzen. Für solche Verkehrsflächen eignen sich Verbundsteine mit Verbundwirkung mit der Steinstärke 10 cm nur bedingt.

Verkehrslastklasse T4 (schwerer Verkehr)

Für Flächen mit gemischtem Verkehr, Hauptsächlich schweren Motorfahrzeugen, in industriellen Bereichen und Umschlagsplätzen. Für solche Verkehrsflächen eignen sich Verbundsteine mit Verbundwirkung mit der Steinstärke ab 14 cm.

Dimensionierung der Fundationsschicht

Die Fundationsschicht ist die Schicht, welche die auftretenden Kräfte auf der Oberfläche des Pflasterbelags in den Untergrund ableitet. Hierzu wird ein Kiesgemisch 0/45 verwendet, welches den Anforderungen gemäss SN EN 13242 entspricht. Die Dimensionierung der Fundationsschicht richtet sich nach der darunterliegenden Tragfähigkeit und Frostempfindlichkeit des Bodens, sowie der massgebenden Verkehrsklasse (siehe technische Wegleitung «Betonsteinbeläge»). Die Fundationsschicht muss bereits das Endgefälle des Pflastersteinbelags von mindestens 2% aufweisen und darf eine maximale Unebenheit von 2 cm, gemessen auf einer 4 m langem Messlatte, haben.

Bettungsschicht

Die Bettungsschicht dient als Unterlage und somit als eigentliches Bett der Pflastersteine. Die Dicke der Bettungsschicht soll mindestens 3 cm und höchstens 5 cm betragen. Die Bettungsschicht muss über die gesamte Fläche gleichmässig dick sein und profilgerecht abgezogen werden.

Bettungsmaterial

Als Aufbau ist ein kornabgestufter Mineralstoff zu verwenden, welcher den Anforderungen gemäss SN EN 13043 entspricht. Geeignet ist Splitt mit einem maximalen abschlämmbaren Feinanteil (≤ 0.063 mm) von 3 % und mit einem maximalen Grösstkorn von 8 mm. Zu weiches Gestein kann durch die Belastung zermahlen werden und so die Stabilität und Frostsicherheit negativ beeinflussen.

Verlegevariante A (Normalfall)

- Pflasterdecke befahrbar
- Steine von Hand oder mit Verlegemaschine verlegt

Die Bettungsschicht wird mit Splitt 4/8 mm ausgeführt. Bei maschineller Verlegung wird ein Vorverdichten der Bettungsschicht empfohlen.

Verlegevariante B (Terrasse/Flachdach)

- Pflasterdecke nicht befahrbar
- Flachdächer, Terrassen, Balkone
- Evtl. über Isolations- oder Schutzschicht

Die Bettungsschicht wird mit einem Kies 4/8 mm ausgeführt, um das Staunässerisiko zu vermindern. Wird kein Sand-Splitt-Gemisch für die Bettungsschicht verwendet, z.B. reiner Splitt oder Kies 2/4 oder 4/8 mm, rieselt das feinkörnige Fugenmaterial vermehrt in die Bettungsschicht ein. Für Detailinformationen zur Planung und Ausführung des Oberbaus verwenden Sie unsere technische Wegleitung «Betonsteinbeläge». Entsprechende Isolations- und Schutzschichten sind bei befahrbaren Flächen ausreichend Druckfest auszuführen.

Richtwerte der Oberbaudimensionierung für Betonsteinpflästerungen

Tragfähigkeitsklassen der Böden S1–S4

Umrechnungsbeispiel

M_E = 15 MN/m² ≈ 150 kg/cm²

Die Tragfähigkeitsdimensionierung nimmt nur Bezug auf die verschiedenen Boden- und Verkehrsklassen, die Frostdimensionierung muss zusätzlich erfolgen.

Anordnung der Pflastersteine

Die Anordnung der Steine wird einerseits von der Belastung und anderseits von der Platzgestaltung geprägt. Bei einer geringen Belastung (ZP und T1) kann dem gestalterischen Aspekt mehr Beachtung geschenkt werden.

Ist die Belastung durch Fahrzeuge erhöht (T2 und T3), sollte eine Steinanordnung mit Verbundwirkung (englischer oder Fischgrätverband) gewählt werden.

Farbabweichung

Da Beton ein Naturprodukt ist, welches durch seine Bestandteile geprägt wird, können Pflastersteine in ihrer Farbe leicht variieren. Deshalb ist es wichtig, dass beim Verlegen Steine von unterschiedlichen Paletten gemischt werden. Somit entsteht ein einheitliches und attraktives Gesamtbild.

Systemaufbau			Verkehrslastklasse			
Bodenklasse S1 • geringe Tragfähigkeit • M_E-Werte: 6-15 MN/m² auf Planum • fein bis mittelkörnige Böden: Sand, Silt, Ton	Pflastersteine		ZP Gehbereich nicht befahrbar	T1 sehr leichter Verkehr ≤ 30 [ESAL/Tag]	T2 leichter Verkehr > 30 ... 100 [ESAL/Tag]	T3 mittlerer Verkehr > 100...300 [ESAL/Tag]
	Bettungsschicht		≥ 4 cm	≥ 6 cm	≥ 8 cm	≥ 10 cm
			3 - 5 cm	3 - 5 cm	3 - 5 cm	3 - 5 cm
	Fundationsschicht (Kiesgemisch 0/45)		30 cm (M_E-Wert) ≥ 15 MN/m²	50 cm (M_E-Wert) ≥ 15 MN/m²	60 cm (M_E-Wert) ≥ 15 MN/m²	60 cm (M_E-Wert) ≥ 15 MN/m²

Systemaufbau			Verkehrslastklasse			
Bodenklasse S2 • mittlere Tragfähigkeit • M_E-Werte: 15-30 MN/m² auf Planum • mittelkörnige Böden: Sand bis Korngrösse 2mm	Pflastersteine		ZP Gehbereich nicht befahrbar	T1 sehr leichter Verkehr ≤ 30 [ESAL/Tag]	T2 leichter Verkehr > 30 ... 100 [ESAL/Tag]	T3 mittlerer Verkehr > 100...300 [ESAL/Tag]
	Bettungsschicht		≥ 4 cm	≥ 6 cm	≥ 8 cm	≥ 10 cm
			3 - 5 cm	3 - 5 cm	3 - 5 cm	3 - 5 cm
	Fundationsschicht (Kiesgemisch 0/45)		20 cm (M_E-Wert) ≥ 30 MN/m²	30 cm (M_E-Wert) ≥ 30 MN/m²	35 cm (M_E-Wert) ≥ 30 MN/m²	35 cm (M_E-Wert) ≥ 30 MN/m²

Systemaufbau			Verkehrslastklasse			
Bodenklasse S3 • hohe Tragfähigkeit • M_E-Werte: 30-60 MN/m² auf Planum • mittel- bis grobkörnige Böden: Sand, Kies	Pflastersteine		ZP Gehbereich nicht befahrbar	T1 sehr leichter Verkehr ≤ 30 [ESAL/Tag]	T2 leichter Verkehr > 30 ... 100 [ESAL/Tag]	T3 mittlerer Verkehr > 100...300 [ESAL/Tag]
	Bettungsschicht		≥ 4 cm	≥ 6 cm	≥ 8 cm	≥ 10 cm
			3 - 5 cm	3 - 5 cm	3 - 5 cm	3 - 5 cm
	Fundationsschicht (Kiesgemisch 0/45)		10 cm (M_E-Wert) ≥ 60 MN/m²	20 cm (M_E-Wert) ≥ 60 MN/m²	25 cm (M_E-Wert) ≥ 60 MN/m²	25 cm (M_E-Wert) ≥ 60 MN/m²

Systemaufbau			Verkehrslastklasse			
Bodenklasse S4 • sehr hohe Tragfähigkeit • M_E-Werte: > 60 MN/m² auf Planum • grobkörnige Böden: Kies Korngrösse 2-60 mm	Pflastersteine		ZP Gehbereich nicht befahrbar	T1 sehr leichter Verkehr ≤ 30 [ESAL/Tag]	T2 leichter Verkehr > 30 ... 100 [ESAL/Tag]	T3 mittlerer Verkehr > 100...300 [ESAL/Tag]
	Bettungsschicht		≥ 4 cm	≥ 6 cm	≥ 8 cm	≥ 10 cm
			3 - 5 cm	3 - 5 cm	3 - 5 cm	3 - 5 cm
	Fundationsschicht (Kiesgemisch 0/45)		-cm (M_E-Wert) ≥ 60 MN/m²	10 cm (M_E-Wert) ≥ 60 MN/m²	15 cm (M_E-Wert) ≥ 60 MN/m²	15 cm (M_E-Wert) ≥ 60 MN/m²

Fugen
Die charakteristischen Eigenschaften einer Pflasterdecke werden erst mit einer funktionsfähigen Fuge wirksam. Ohne wirksame Fuge können Pflastersteine keine stabile Decke bilden. Es entsteht lediglich eine Ansammlung von Einzelsteinen, die sich bei geringster Belastung verschiebt. Für Betonpflastersteine ist, je nach Steintyp und Beanspruchung, eine Fuge von 3 bis 8 mm vorzusehen. Die Fugenausbildung von Pflastersteinen kann mit Hilfe von Abstandhaltern erfolgen. Jedoch ersetzt der Abstandhalter das fachgerechte Verfüllen der Fugen nicht. Das Einsanden ist für Pflästerungen zwingend.

Fugenmaterial
Das Fugenmaterial muss auf das Bettungsmaterial abgestimmt sein. Üblicherweise wird ein kornabgestufter Mineralstoff verwendet, welcher den Anforderungen nach dem NA der SN EN 13043 entspricht. Jedoch kann auch wasserdurchlässiges, gebundenes Fugenmaterial eingesetzt werden. Geeignete und bewährte Fugenmaterialien sind:

Verbund- und Plastersteine:
- Sand 0/2, 0/4 mm (Kein Gruben- oder Schlemmsand)
- Feinsplitt 1/3, 2/4

Sicker- und Ökosteine:
- Feinsplitt 1/3, 2/4

Verfugen / Abrütteln
Vor dem Abrütteln sind die Fugen mit dem entsprechenden Fugenmaterial zu füllen. Das Fugenmaterial wird kontinuierlich zum Verlegen auf dem Platz verteilt und anschliessend eingewischt/eingeschlämmt. Durch das Einschlemmen verdichtet sich das Fugenmaterial besser und die Fuge bleibt länger standhaft. Anschliessend ist der Platz sauber abzuwischen, von den Rändern beginnend zur Mitte hin, bis zur Standfestigkeit unter Beifügen von Wasser zu rütteln. Zum Abrütteln dürfen keine Rüttelwalzen verwendet werden. Schäden an der Steinoberfläche lassen sich vermeiden, wenn die Rüttelplatte zusätzlich mit einer Kunststoffmatte versehen wird. Für Detailinformationen zur Ausführung der Fugen und das korrekte Verlegen der Steine verwenden Sie unsere technische Wegleitung «Betonsteinbeläge».

Unterhalt und Reinigung
Dem Unterhalt und der Reinigung eines Pflasterbelags sollte die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt werden wie den Bodenbelägen im Innern eines Hauses. Schon mit geringem kontinuierlichem Aufwand bleiben die Pflastersteine langlebig und attraktiv. Bei entsprechender Pflege haben Betonpflastersteine eine Lebensdauer von mindestens 40 Jahren. Die Lebensdauer wird jedoch nicht nur durch den Stein geprägt, sondern auch durch den korrekten Aufbau und die Funktionsfähigkeit der Fuge und des Untergrundes.

Unterhalt
Dadurch wird der Stein weniger empfindlich gegen Fleckenbildung. Auch Algen und Moosbildungen lassen sich so wesentlich einfacher entfernen. Die Schutzschicht bindet und erhält die feine Oberflächenstruktur des Betonsteins und verlangsamt die Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit durch Wetter und Verschleiss.

Temperatur	0 bis -8°C	-8 bis -20°C
Tausalzmenge	7–15 g/m²	10–20 g/m²
Tausalzmischverhältnis	nur NaCl	NaCl 66%, $CaCl_2$ 33%
Flüssige Taumittel mit 20-21 Masseprozentiger Sole mit Taumittelsprühanlage gespritzt	0–8C 5-10 g/m²	-8 bis -20 C 5-10 g/m²

Bei einer übermässigen Dosierung, nicht gemäss den obenstehenden Angaben, kann der Pflasterbelag irreparable Schäden nehmen.

Schneeräumung
Der Schnee muss mechanisch geräumt werden, bevor er sich zu Eis verdichtet. Hat sich bereits Eis angesetzt, können zur Unfallverhütung Tausalze auf den Pflasterbelägen in folgender Dosierung eingesetzt werden (VSS 40 772b):

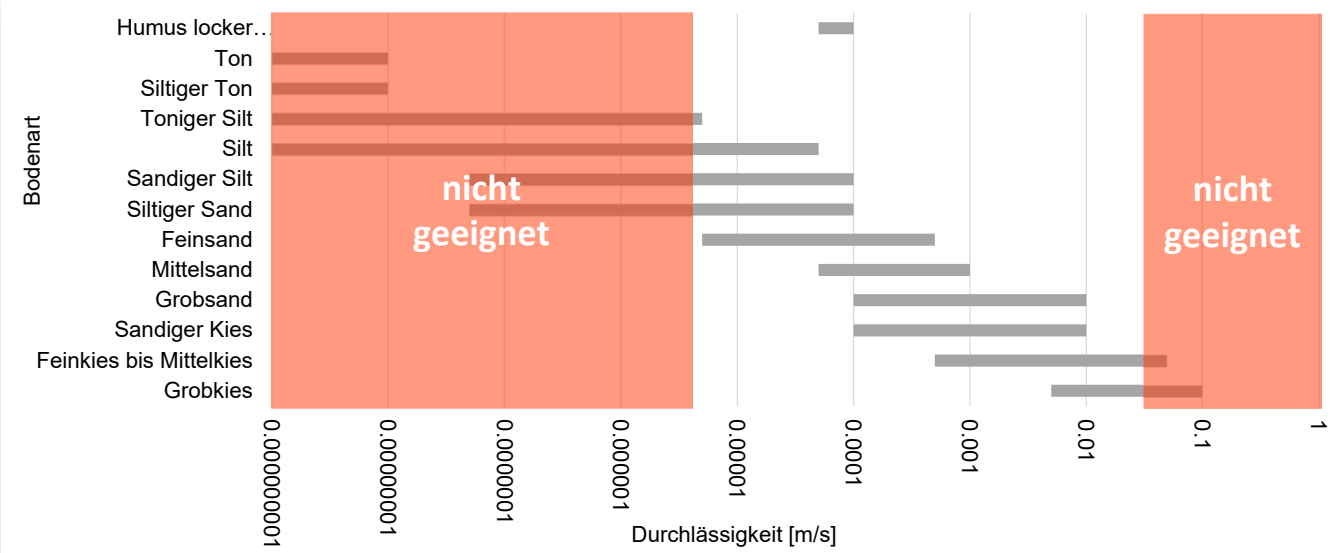
Reinigung
Wischen und Abspritzen lässt das Pflaster über lange Zeit gut aussehen, insbesondere dann, wenn die Oberfläche eine Schutzschicht hat. Manche hartnäckige Flecken lassen sich jedoch durch eine routinemässige Reinigung nicht entfernen. Mit Spezialprodukten der Crea-Protect-Linie (siehe Y0003) können Ausblühungen, Humus- und Pflanzenflecken, Rostflecken, Algen und Moos entfernt werden. Dabei ist jedoch Vorsicht geboten, weil die Fleckenentfernung meistens sichtbar bleibt und die Farbe und Textur der Steinoberfläche verändert. In vielen Fällen ist es oft besser, stark verschmutzte Pflastersteine durch Reservesteine zu ersetzen.

Niederschlag / Wasseranfall
Die mittlere Regenspende in der CH wurde bisher mit 300l/s*ha angenommen. Dieser Wert ist nicht grundsätzlich falsch konnte aber mit neueren Messmethoden Regional Präzisiert werden. Regional kann dieser stark differieren.

Genauere Daten sind in der Norm SN 592000 oder via der Website MeteoSchweiz zu finden

Aufbau + Untergrund

Die Versickerungsleistung eines Betonbelages ist nicht nur vom Belag abhängig sondern hat viele Rahmenbedingungen. Ist der Untergrund nicht Sickerfähig nutzt einem der beste Versickerungsfähige Belag nichts.
CREABETON



Das Diagramm 1 zeigt die Versickerungsleistung verschiedener Bodenarten. Eine Regenspende von 300 l/s·ha erfordert einen Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens von k > 2·10-5 m/s.

Versickerungsleistung

Versickerungsleistung und Durchlässigkeitswerte von Gebräuchlichen Materialien die für Betunge und Füllung von Fugen und Sickerkammern verwendet werden.

Mineralstoffgemisch	Durchlässigkeitswerk k (m/s)
Sand 0/2	$1{\cdot}10^{6}$... $1{\cdot}10^{4}$
Sand 0/4	$1{\cdot}10^{5}$... $1{\cdot}10^{4}$
Brechsand 1/3	$1{\cdot}10^{4}$... $1{\cdot}10^{3}$
Brechsand-Splitt-Gemisch 0/4	$1{\cdot}10^{5}$... $1{\cdot}10^{4}$
Brechsand-Splitt-Gemisch 2/4	$1{\cdot}10^{4}$... $1{\cdot}10^{2}$
Oberbodengemisch für Begrünung	$5{\cdot}10^{7}$... $5{\cdot}10^{1}$

Durchlässikeitswerk k von Mineralstoffgemischen für Bettung, Fugen und Sickerkammer

Art der Flächenbefestigung	Fugenanteil %	Versickerungs vermögen i10 (l/s·ha)
Betonpflastersteine mit Splitt gefüllten Fugen	6-10	3000-5400
Betonpflastersteine mit Splitt gefüllten Fugen	10-12	5500-6600
Betonpflastersteine mit Humus gefüllten Fugen	6-12	1250-1350
Betonsickerpflastersteine (haufwerksporige Pflastersteine)	-	~ 6100
Rasengittersteine mit Humusfüllung	30-50	1450-1900
Rasengittersteine mit Splitt Füllung	30-50	> 10000)[1]

Versickerungsvermögen der wasserdurchlässigen Flächenbefestigungen im eingebauten Neuzustand.

)[1] übersteigt den Messbereich der Infiltrationsmessung

Abflussbeiwerte nach Norm SN 592 000 (Zahlen in neuer Ausgabe erst Vernehmlassung)
Der effektive Abfluss von Flächen nach Norm SN 592 000 (2024) beträgt jeweils:

Beregnete Flächen		Cs
Schräg- und Flachdächer ohne Aufbau (Nacktdach)		1.0
Flachdächer mit Kies (unabhängig von der Aufbaudicke)		0.8
Begrünte Flachdächer[1], Aufbaudicke	>50 cm	0.1
	>25-50cm	0.2
	> 15-25 cm	0.3
	>10-15 cm	0.4
	≤ 10 cm	0.7

1 gültig bis 5° Dachneigung (Cs um 0.1 erhöhen, wenn die Neigung grösser ist)

Splitzenabflussbeiwerte (Cs) bei Aussenflächen auf dem Gebäude

Beregnete Flächen mit einem Gefälle ≤ 7.5%	Csbei entsprechendem Kolmationgrad		
	Gering	Mässig	Stärk
Hartbelag	1.0	1.0	1.0
Kiesbelag	0.4	0.6	0.8
Lockerer Kiesbelag, Schotterrasen	0.2	0.3	0.4
Sickerfähiger Belag	0.2	0.5	0.8
Pflastersteine gebundene Bauweise	1.0		
Pflastersteine ungebundene Bauweise mit Splitt gefüllten Fugen (Fugenanteil 3 - 6 %)	0.6	0.8	0.9
Pflastersteine ungebundene Bauweise mit Splitt gefüllten Fugen (Fugenanteil 6 - 12 %)	0.2	0.4	0.6
wasserdurchlässige Pflastersteine	0.2	0.4	0.8
Rasengittersteine	0.2	0.4	0.6
Sportfläche mit Drainleitungen			
- Kunststoffflächen, Kunststoffrasen	0.6	0.6	0.6
-Rasenflächen	0.2	0.2	0.2
Rasen-/ Wiesenflächen und Garten [1]			
-Flaches Gelände	0.2	0.2	0.2
-Steiles Gelände	0.3	0.3	0.3

1 Müssen nur berücksichtigt werden bei Versickerungsanlagen oder bei Gefälle zum Gebäude mit möglichem Wasser-Anstau am Gebäude.

Kolmationsgrad	Befestigungsflächen
Geringe Kolmation	• Zufahrten mit geringen Verkehrsaufkommen • Private Parkplätze • Gehwege • Hofpläze
Mässige Kolmation	• Parkplätze mit geringem Verkehrsaufkommen • Plätze mit hohem Fussgängerverkehr • Strasse und Plätze mit geringen Verkehrsaufkommen • Industrie- und Gewerbeplätze
Starke Kolmation	• Marktplätze • Strasse und Plätze mit hohem Verkehrsaufkommen • Strassen und Plätze bei Bahnverkehr • Parkplätze mit hohem Verkehraufkommen • Industrie- und Gewerbeplätze