

Technisches Produktblatt

V7101 ECOPREC® Systempflasterdecke

Januar 2020 / Seite 1 von 14



Bild 1: Pflasterdecke mit ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterial



Bild 2: Einbau von ECOPREC®-Bettungsmaterial

1. Allgemeines

Die ECOPREC®-Bauweise kann nur im Verbund mit Betonpflaster- oder Betonverbundsteinen der CREABETON BAUSTOFF AG angewendet werden.

Dieses technische Produktblatt ist aus den Erkenntnissen der Bauweise von Verkehrsflächen aus Betonsteinpflasterdecken mit flexibel gebundenem Bettungsmaterial im Heisseinbau erstellt worden (ECOPREC® COLD siehe Seite 14).

Diese Bauweise stützt sich auf den Grundsätzen der flexiblen Bauweise für Verkehrsflächen mit Pflasterdecken. Durch die Verwendung von Bindemittel in der Bettung handelt es sich jedoch um eine neue, in der Schweiz zurzeit noch nicht geregelte Bauweise.

Dieses technische Produktblatt ist zur Dimensionierung und Herstellung von Pflasterflächen mit flexibel gebundenem Bettungsmaterial im Heisseinbau gemäss ECOPREC®-Bauweise anzuwenden. Die einzelnen Textpassagen sollten in das Leistungsverzeichnis der Bauabschreibung bzw. des Werkvertrags eingearbeitet werden.

2. Geltungsbereich

Der Geltungsbereich dieses technischen Produktblattes für Pflasterdecken mit flexibel-gebundenem Bettungsmaterial im Heisseinbau gemäss der ECOPREC®-Bauweise umfasst die Beschreibung der Herstellung der Pflasterdecke sowie die Anforderungen an die Eigenschaften der angrenzenden Schichten, jedoch nicht die Beschaffenheit der angrenzenden Schichten selbst.

Für die Beschaffenheit der angrenzenden Schichten sind die jeweiligen Normen anzuwenden.

3. Einsatzbereich

Die ECOPREC®-Bauweise kann grundsätzlich bei allen Pflaster- und Verbundsteinen aus Beton der CREABETON BAUSTOFF AG eingesetzt werden, sofern diese die Vorgaben nach Kapitel 6.7 dieses technischen Produktblattes einhalten. Nicht geeignet Betonsteine sind sämtliche Ökosteine, Sickersteine oder Rasengittersteine, die ausschliesslich für sickerfähige Belagsflächen entwickelt worden sind.

Entwickelt ist ECOPREC®-Bauweise für Flächen der Verkehrslastklassen T1 bis T3 und für Bereiche, bei denen das anfallende, in die Fundationsschicht sickende, Regenwasser schlecht entweichen kann oder für anderen kritische Untergründe. Für Begegnungszonen oder Industrie- und Gewerbeflächen mit Ladeverkehr kann die ECOPREC®-Bauweise ebenfalls angewendet werden, wird aber analog der Verkehrslastklasse T4 bemessen.

Die ECOPREC®-Bauweise eignet sich auch bei Sanierungen von Betonpflasterflächen, bei denen die Tragschicht entweder schwach, wasserdurchlässig oder wasserundurchlässig ist.

4. Eigenschaften

Schichthöhe mit Fertiger eingebaut	30 mm ± 5 mm
Schichthöhe von Hand eingebaut	35 mm ± 5 mm
Raumdichte	~ 1.8 - 1.9 t/m ³
Wasserdurchlässigkeit (Bitumen-Sand-Gemisch verdichtet)	< 1 · 10 ⁻⁷ m/s

5. Lieferprogramm

Art.-Nr.	Beschrieb	G [t/m ³]
105543	ECOPREC® Bettungs- und Fugenmaterial, flexibel-gebundenes Bitumen-Sand-Gemisch für Heisseinbau	1.85
118932	ECOPREC® COLD bituminöser Bettungs- und Fugensand im Kalteinbau	

Tabelle 1: Lieferprogramm ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterial

6. Planungsgrundlagen

6.1. Begriffe

Pflasterdecke	Schicht aus Pflastersteinen, Bettungsmaterial und Fugenfüllung
Bettungsschicht	Die Bettungsschicht stellt das Auflager der Pflastersteine dar
Tragschicht	Lastverteilende Schicht(en) zwischen Pflasterdecke und Planum, die im verdichteten Zustand ausrei-

chend tragfähig und ausreichend wasserdurchlässig ist.

Frostschuttschicht	Tragschicht (ohne Bindemittel), die Frostschäden im Oberbau vermeiden soll und aus frostunempfindlichen Gesteinskörnungsgemischen besteht
Planum	Die technisch bearbeitete Oberfläche des Untergrundes oder des Unterbaues mit festgelegten geometrischen Merkmalen wie Ebenheit und Querneigung
Untergrund	Unmittelbar unter der Tragschicht angrenzender Boden oder Fels
Planie	Die Ebene unterhalb der Pflasterdecke
Verformungsmodul	Kenngrosse M_E oder E_v für die Verformbarkeit eines vorhandenen oder eingebauten Bodens, bestimmt mit Hilfe der Neigung der Last-Setzungskurve eines statischen oder dynamischen Platten-druckversuches.
Verhältniszahl	Die Verhältniszahl f_E der M_E - oder E_v -Werte der Wieder- und Erstbelastung des Plattendruckversuchs dient zur zusätzlichen Beurteilung des Verdichtungszustandes.

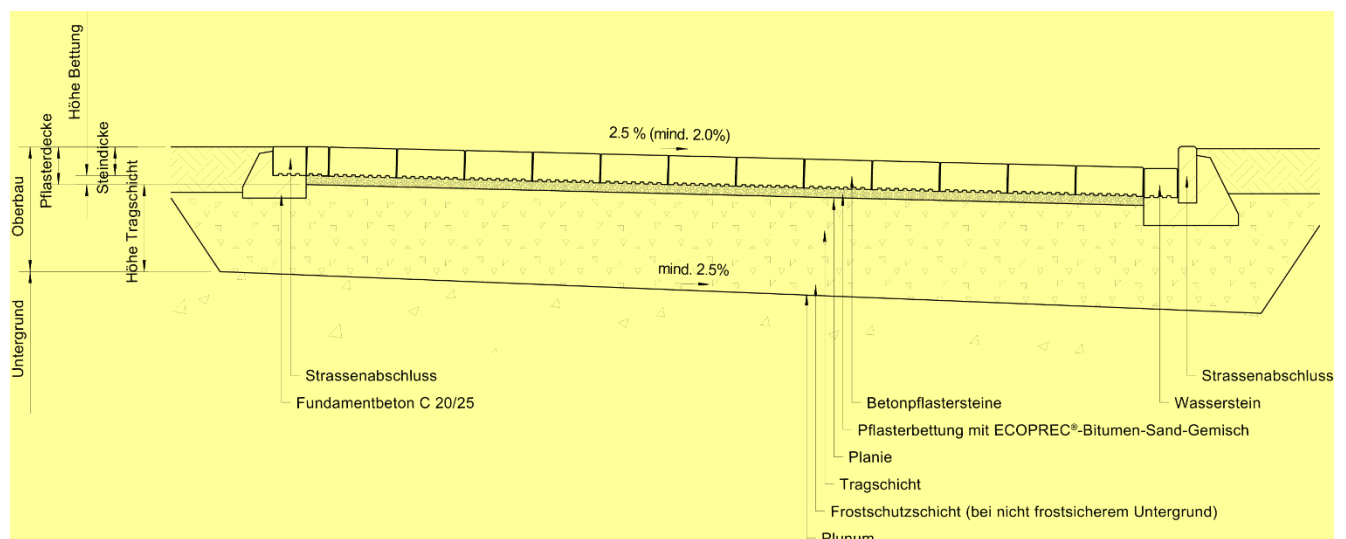


Bild 3: Schematischer Querschnitt Pflasterdecke mit ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterial

Mittlere tägliche äquivalente Verkehrslast ESAL/Tag	Verkehrslastklasse	Nutzungsart	Verkehrsflächentyp
> 1 bis ≤ 30	T1	Geringer PW-Verkehr	Gehwege, Radwege, Wohnwege, gelegentlich befahrene Parkplätze ohne schwere Motorfahrzeuge, Grundstückszufahrten
> 30 bis ≤ 100	T2	PW-Verkehr	Anlieger-, Stich-, Erschliessungs-, Wohn- und Quartierstrassen, Parkflächen für PW mit leichten LKW-Verkehr
> 100 bis ≤ 300	T3	PW-Verkehr mit geringem LKW-Verkehr	Sammelstrassen und Quartiererschliessungen, Fussgänger- und Begegnungszonen mit leichte Ladeverkehr, Parkflächen für PW und geringen LKW Verkehr, Industrie- und Gewerbeflächen mit leichtem Ladeverkehr

Tabelle 2: Verkehrslastklassen nach SN 640 320

6.2. Entwässerung

6.2.1. Minimales Quergefälle der Pflasterdecke

Die Entwässerung der Oberfläche ist durch Oberflächenabfluss über ein resultierendes Quergefälle von 2.5% zu gewährleisten. Auch bei ausführungsbedingten Ausnahmen muss das resultierende Gefälle mindestens 2% betragen.

Weiterführende Entwässerungseinrichtungen (Entwässerungsrinnen, Mulden, Kanalisation, etc.) sind in ausreichendem Masse herzustellen.

6.2.2. Minimales Quergefälle des Planums

Auch das Erdplanum ist mit einer Querneigung von mindestens 2.5% herzustellen. Eine mit flexibel-gebundenem Bettungsmaterial im Heisseinbau gemäss ECOPREC®-Bauweise hergestellte Pflasterdecke ist nicht absolut wasserdicht. Das Oberflächenwasser kann zu einem sehr geringen Teil über die Pflasterfugen in die Konstruktion eindringen. Dieser Anteil ist bei technisch sachgerechter Ausführung aber so gering, dass keine durch Wasser hervorgerufenen Schäden zu erwarten sind. Erst nach längerer Liegedauer kann davon ausgegangen werden, dass solche Verkehrsflächen als nahezu wasserundurchlässig gelten können.

6.3. Verkehrslastklassen

Öffentliche und private Verkehrsflächen werden nach ihren Belastungen (mittlere äquivalente Verkehrslast) in einzelne Klassen aufgeteilt (siehe Tabelle 2). Aufgrund der Verkehrslastklassen kann die Tragschicht (Fundationsschicht), die Steingrösse und das Verlegemuster dimensioniert werden.

6.4. Oberbau

6.4.1. Tragschicht (Foundationsschicht)

Die Tragschicht bzw. Foundationsschicht ist die lastverteilende Schicht zwischen der Pflasterdecke und dem Untergrund. Sie kann aus ungebunden (Tragschichten ohne Bindemittel) oder gebunden (mit Bindemittel) Baustoffgemischen bestehen.

Die Dimensionierung erfolgt aufgrund der folgenden Einflussfaktoren:

- Gebrauchsdauer
- Zu erwartende Verkehrslasten
- Tragfähigkeit des Untergrundes (Bodenklassen)
- Örtlichen Bedingungen (Frost)
- Klimatische und hydrologische Verhältnisse
- Mechanische Eigenschaften der Baumaterialien

Entsprechende Richtwerte können entweder der Norm SN 640 480 oder Technischen Wegleitung der CREABETON BAUSTOFF AG «Betonsteinbeläge» entnommen werden.

Bei Verkehrsflächen mit intensiver Beanspruchung – wie Lager- und Umschlagsflächen, Verkehr mit besonderen Fahrzeugen und Fahrzeuggewichten oder Industrieanlagen – bei denen Betonpflastersteine zur Anwendung kommen, sind gebundene Tragschichten zu empfehlen. Ebenso gelten bei solchen Verkehrsflächen die Vorgaben der Norm SN 640 480. In besonderen Fällen können gesonderte Normen zur Dimensionierung dieser Flächen zur Anwendung kommen.

Pflasterdecken mit flexibel-gebundenem Bettungsmaterial im Heisseinbau gemäss der ECOPREC®-Bauweise können auf einer bestehenden oder neuen Tragschicht hergestellt werden, wenn sie die nachfolgenden Eigenschaften erfüllen:

- Für Pflasterdecken mit flexibel-gebundenem Bettungsmaterial ist ein statischer Verformungsmodul M_{E2} nach auf der oberen Tragschicht gemäss Tabelle 3 einzuhalten.
- Das Verhältnis f_E zwischen Erst- und Zweitbelastung M_{E2} / M_{E1} sollte ≥ 1.8 und ≤ 2.2 sein.
- Die Abweichungen von der Ebenheit dürfen ± 10 mm auf einer Messstrecke von 4 m nicht überschreiten.

Bei bestehenden Tragschichten muss eventuell die defekte, durch Feinmaterial wasserundurchlässig gewordene Schicht, ausgewechselt werden. Im Normalfall muss die bestehende Tragschicht entsprechend der obenstehenden Vorgaben ausgeglichen werden und eine entsprechende Planie erstellt werden.

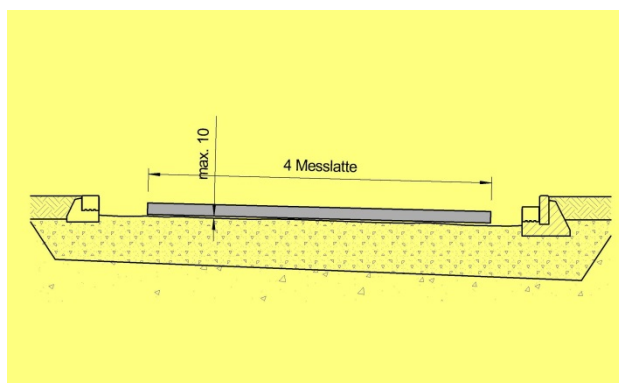


Bild 4: Anforderungen an die Ebenheit

6.4.2. Frosttiefe der Tragschicht

Die Höhe des frostsicheren Oberbaus ist gemäss der Norm SN 640 480 den regionalen klimatischen Erfordernissen entsprechend zu dimensionieren. Ebenso sind die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichthöhen zu berücksichtigen.

6.4.3. Wasserdurchlässigkeit der Tragschicht

Die Wasserdurchlässigkeit k_r der verdichteten Tragschicht sollte mindestens 10^{-6} m/s betragen.

6.5. Höhe Bettungsschicht

6.5.1. Bei maschineller Einbau

Der Einbau mit der ECOPREC®-Bettungsschicht kann maschinell mit einem Asphaltfertiger erfolgen. Eine Vibrationsverdichtung ist bei dieser Bauweise nicht zulässig. Jegliche Vorverdichtung, auch das Betreten, ist im heissen Zustand zu vermeiden. Mit der Rüttelbohle des Strassenfertiger wird das Material nur abgezogen bzw. leicht angedrückt.

Die Einbauhöhe der Bettungsschicht beträgt $30 \text{ mm} \pm 5$ mm. Ein entsprechendes Vorhaltemass muss je nach Steinhöhe berücksichtigt werden (siehe Kapitel 11.1.)

6.5.2. Bei Einbau von Hand

Bei Kleinflächen und an Engstellen kann das ECOPREC®-Bettungsmaterial auch per Hand eingebaut werden. Bzgl. Verdichtung gelten die gleichen Vorgaben wie beim maschinellen Einbau.

Die Einbauhöhe der Bettungsschicht beträgt im Handeinbau $35 \text{ mm} \pm 5$ mm (auch bei ECOPREC® COLD). Ein entsprechendes Vorhaltemass muss je nach Steinhöhe berücksichtigt werden (siehe Kapitel 11.2.)

Verkehrslastklasse	Bodenarten	Verformungsmodul M_{E1} MN/m ²	Verformungsmodul M_{E2} MN/m ²	Verhältnisswert f_E (M_{E2} / M_{E1})
T1	Ungebundene und gebundene Gemische	≥ 80	≥ 150	$\geq 1.8 \text{ bis } \leq 2.2$
T2		≥ 100	≥ 180	$\geq 1.8 \text{ bis } \leq 2.2$
T3		≥ 100	≥ 180	$\geq 1.8 \text{ bis } \leq 2.2$
T4 ^{1*}		≥ 100	≥ 180	$\geq 1.8 \text{ bis } \leq 2.2$

Tabelle 3: Erforderliche Tragfähigkeit der Fundamentalschicht, ^{1*} zu berücksichtigen bei Verkehrsflächen mit Ladeverkehr

6.6. Höhen der eingebauten Pflasterdecke

Für Arbeiten an bestehenden Randeinfassungen mit Bordsteinen oder anderen Einfassungen sind die Unterlagen entsprechend anzupassen.

Neben Randeinfassungen und Einbauten müssen die Anschlüsse nach Verdichtung 5 bis 10 mm über deren Oberfläche liegen, neben wasserführenden Rinnen 10 bis 15 mm über der Rinne.

Höhengleich bzw. mit 0-5 mm Anschlag dürfen die Anschlüsse hergestellt werden, bei denen das Niederschlagswasser aus benachbarten Flächen auf die neue Fläche geleitet werden muss.

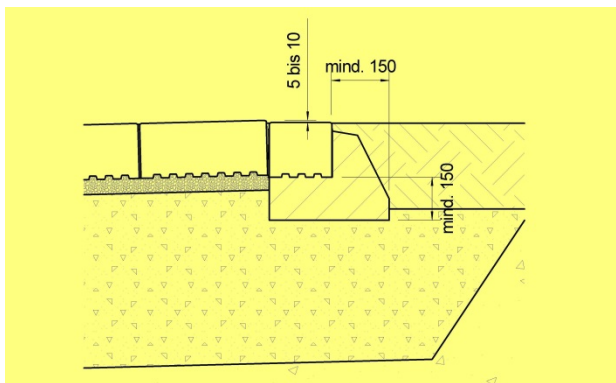


Bild 5: Höhenversatz gegenüber von Randeinfassungen

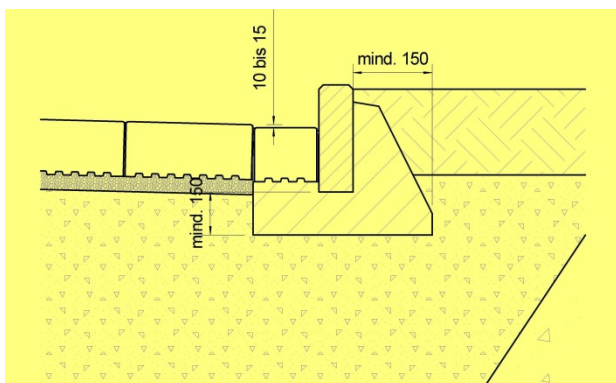


Bild 6: Höhenversatz gegenüber von wasserführenden Rinnen

6.7. Geeignete Verbund- und Pflastersteine

Die Grösse der Verbund- und Pflastersteine darf 300 mm Kantenlänge sowie eine Grundfläche von 900 cm² nicht überschreiten. Das gilt nicht für Sonder- oder Anschlusssteine. Das Verhältnis der längeren zur kürzeren Seitenlänge darf 2:1 nicht überschreiten, bzw. die längere Seite darf nicht mehr als doppelt so lang sein wie die kürzere Seite. Komplexere Steinformen eignen sich nur, wenn sie eine gedrungene Grundform aufweisen.

Es sind Pflastersteine mit Fugenbreiten von mind. 3 bis max. 5 mm zu verwenden. Einen minimalen Abstand von 1 mm zwischen Abstandsnocken und Pflasterstein muss eingehalten werden können. Gebrauchte Pflastersteine müssen die gleichen Eigenschaften aufweisen wie neu-

wertige. Gebrauchte Pflastersteine sind vor dem Einbau zu reinigen.

Zusammenhängende Flächen sind mit Pflastersteinen gleicher Nennhöhe auszuführen. Die Höhentoleranz bei Pflastersteinen darf ± 3 mm nicht überschreiten.

Die Wahl der Steinhöhe der Verbund- und Pflastersteine ist abhängig von deren Tragverhalten im Verband und der zu erwartenden Verkehrsbeanspruchung. Je höher die Steinhöhe, desto stabiler der Verband. Für Verkehrsklassen $\geq T2$ sind Steinhöhen von mindestens 80 mm zu wählen.

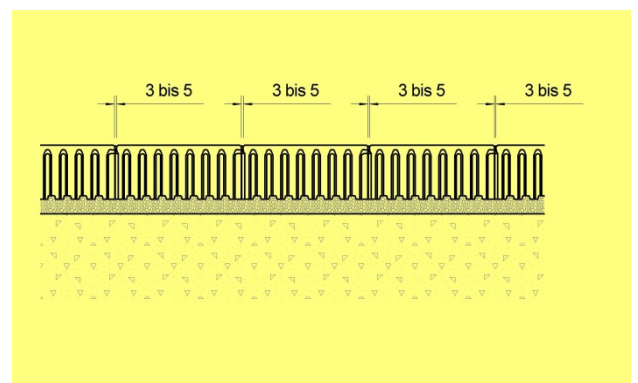


Bild 7: Fugenabstand bei Betonpflastersteinen

6.8. Geeignete Verlegemuster

Das geeignete Verlegemuster ist nicht vom Bettungsmaterial abhängig, sondern von den Verkehrsbeanspruchungen und -lasten.

Pflasterdecken mit erhöhten Beanspruchungen erfordern in der Regel grössere Höhen, besondere Steinformate und/oder besondere Verbände.

Eine erhöhte Beanspruchung liegt z.B. vor:

- bei spurfahrendem Verkehr oder enger Kurvenfahrt
- bei häufigen Brems- und Beschleunigungsvorgängen
- in Kreuzungs- und Einmündungsbereichen
- in Bereichen mit Längsneigung über 6 %
- in Bereichen mit hohen statischen Punktlasten (z. B. Containerstellflächen)
- in Bereichen, in denen schwere Fahrzeuge auf engem Raum rangieren

Eine ausreichende Verbundwirkung zwischen den Pflastersteinen kann sich nur bei Verwendung eines geeigneten Fugenmaterials und vollständig gefüllten Fugen aufbauen. Es ist ein gleichmässiger Verband auszuführen. Durchgehende Fugen in Fahrtrichtung sind nicht zulässig. Durch das Aneinanderlegen der Verlegeeinheiten bei der maschinellen Verlegung können bei einigen Steinsystemen dennoch durchgehende Fugen entstehen. Diese sind zur Aufrechterhaltung eines gleichmässigen

Verbandes durch zusätzliche Massnahmen (manueller Steinaustausch, Steindrehung) zu vermeiden.

Verbände mit diagonal zur Fahrtrichtung verlaufenden Fugen wirken stabiler gegen Horizontalbeanspruchungen und entwickeln wesentlich geringere Geräuschemissionen als Verbände mit quer zur Fahrtrichtung verlaufenden Fugen.

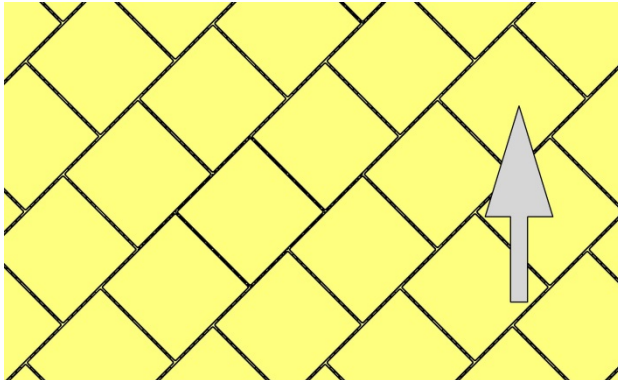


Bild 8: Englischer Verband Diagonal

Verbundpflastersteine weisen bei gleicher Steinhöhe höhere Verschiebewiderstände auf und sind damit stabiler als Pflastersteine ohne Verbund.

Fischgrat- bzw. Ellenbogenverbände weisen eine bessere Verbundwirkung auf und sind bei intensiv genutzten Verkehrsflächen vorzuziehen.

Zur gleichmässige Einhaltung der Fugenbreite sind bei der Verlegung in Kurvenbereichen die Verbände weiterzuführen oder Kurvensätze des Steinsystems zu verwenden.

6.9. Einfassungen

Pflasterdecken benötigen eine der Verkehrsbelastung angepasste Randeinfassung. Ihre Aufgabe besteht darin, das seitliche Ausweichen der Pflastersteine infolge der Verkehrsbelastung zu verhindern.

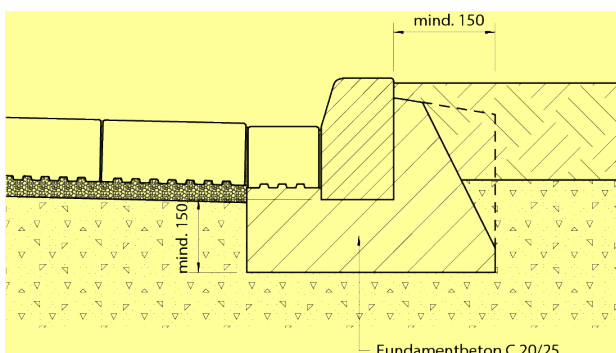


Bild 9: Randeinfassungen

Bord- und Stellsteine bzw. Stellplatten sowie Randeinfassungen müssen auf einem Fundament aus Beton gemäss den Vorgaben erstellt werden.

Randschienen aus Kunststoff sind bei Pflasterdecken, die nach der ECOPREC®-Bauweise erstellt werden, ungeeignet.

6.10. Einbau bei grossen Längsgefälle

Bei stark geneigten Flächen (ab 6% Neigung) sind auch bei geringer Verkehrsbelastung entweder Verbundpflastersteine zu verwenden oder die Pflasterdecke ist im Ellenbogen- oder Fischgrätverbund auszuführen. Die Fugen der Verbände sollten so ausgeführt werden, dass das Fugenmaterial nicht durch Wasserabfluss ausgespült werden kann. Bei Neigungen über 6% ist das ECOPREC®-Fugenmaterial zu verwenden.

Bei Distanzen > 6 m sollten zusätzliche Betonriegel eingebaut werden.

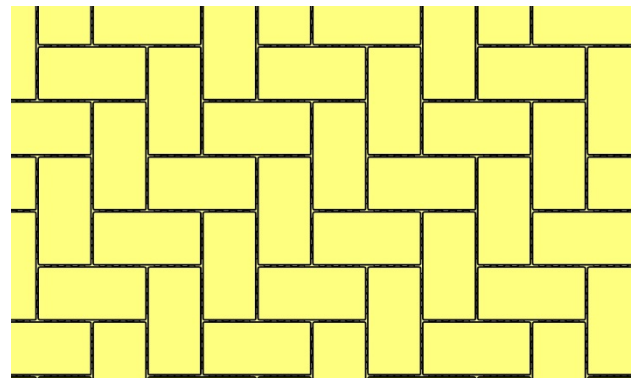


Bild 10: Geeigneter Verband bei Längsgefälle > 6% (Fischgrat)

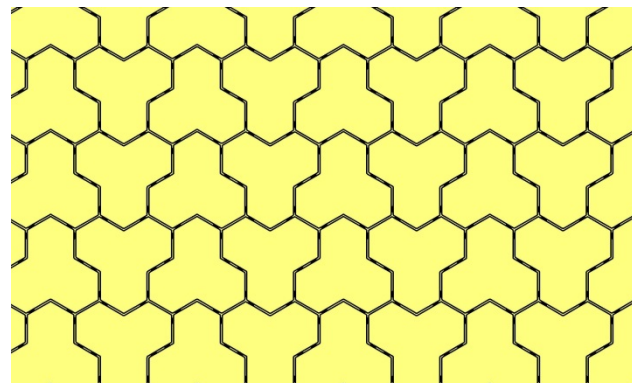


Bild 11: Geeigneter Betonverbundstein bei Längsgefälle > 6%

6.11. Bewegungsfugen

Bewegungsfugen sind senkrecht über Raumfugen in zementgebundenen Tragschichten erforderlich. Sie sind bis in die Oberkante der Pflasterfläche zu übernehmen. Die Bemessung richtet sich nach der Grösse der Tragschicht. Der Fugenabstand bei zementgebundenen Tragschichten sollte 8 m nicht überschreiten. Das Schliessen der Fugen

erfolgt mit hoch rückstellfähiger, bituminöser Fugenvergussmasse und Haftanstrich an den Fugenflanken. Bewegungsfugen sind als Wartungsfugen zu behandeln.

6.12. Anschlüsse, Einbauten, aufgehende Bauteile

Bei Anschlüssen, an denen Pflastersteine durch Schneiden angepasst werden müssen, sind Pflastersteine so zu verlegen, dass keine geschnittenen Steine entstehen, deren grössere Seitenlänge kleiner als die Hälfte des Normalsteines ist.

Anschlüsse an höhengleichen Einbauten (Bordeinfassungen, Schächte, etc.) sind mit einer Bewegungsfuge von 10 mm Breite auszuführen.

Bewegungsfugen an aufgehenden Bauteilen (z.B. Gebäudekanten, Strassenmobiliar, etc.) sind entsprechend ihrer Breite zu dimensionieren und mit dauerelastischer Fugenvergussmasse gemäss Norm SN 640 064 zu schliessen.

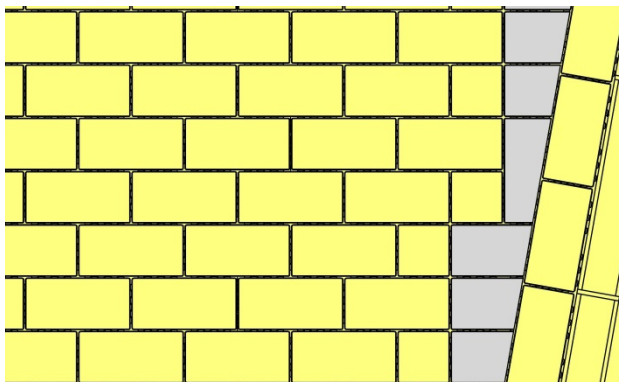


Bild 12: Optimaler Randabschluss mit Zuschnitten

7. Bestellung

7.1. Vorfabrizierte Betonmaterialien

Sämtliche Materialien wie Verbund- und Pflastersteine, Abschlusssteine, Entwässerungsrinnen, usw. können über das Kundenservicecenter der CREABETON BAUSTOFF AG bestellt werden.

7.2. ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterial

Das Baustoffgemisch aus natürlicher Gesteinskörnung und Bitumen kann über das Kundenservicecenter der CREABETON BAUSTOFF AG bestellt werden. Das Kundenservicecenter wird ihnen umgehend angeben, ab welcher Mischanlage das ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterial geliefert bzw. bereitgestellt wird.

Das ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterial für den Heisseinbau ist mindestens 3 Arbeitstage vor der Verwendung zu bestellen.

Da in der Regel Lieferung der Verbund- und Pflastersteine, das Einbringen des Bettungsmaterials und das Verlegen des Pflasters mit der Verlegemaschine zeitgerecht eingesetzt und eingebaut werden muss, empfehlen wir frühzeitig den Kontakt mit den Sachbearbeitern der CREABETON BAUSTOFF AG zu suchen.

Das Abrufen des ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterials erfolgt durch den Einbaumeister der Unternehmung. Die Kommunikation zwischen dem Einbaumeister und der Mischanlage muss sichergestellt werden.

7.3. Verlegemaschine

Als Dienstleistung bietet die CREABETON BAUSTOFF AG die Möglichkeit an, die Verbund- und Pflastersteine maschinell mit einem unserer Verlegemaschinen inkl. Maschinisten gegen eine Entschädigung zu verlegen. Diese Maschinen sind frühzeitig zu reservieren.

8. Lieferung

8.1. Vorfabrizierte Betonmaterialien

Sämtliche Materialien werden franko Baustelle in oder auf einem entsprechenden Gebinde geliefert.

Für den Ablad ist der Empfänger verantwortlich. Es dürfen nur Geräte und Hilfsmittel verwendet werden, die für das Produktgewicht geeignet sind. Der Ablad kann als Dienstleistung bei der CREABETON BAUSTOFF AG angefordert werden.

Die Ware muss geschützt gelagert werden. Es ist auf eine sichere Lagerung zu achten, um jegliche Personengefährdung zu vermeiden.

8.2. ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterial

Die Anzahl der Transportfahrzeuge ist mit der Transportentfernung und der Transportzeit abzustimmen. Bei der Transportzeit sind folgende eventuelle Verkehrsbehinderungen zu berücksichtigen:

- Andere Baustellen
- Verkehrsstau zu bestimmten Tageszeiten
- Gewichtsbestimmungen bei Brücken
- Ruhezeiten der Chauffeure

Die Ladeflächen der verwendeten Fahrzeuge müssen sauber sein. Es dürfen nur solche Trennmittel verwendet werden, die dem Bitumen-Sand-Gemisch nicht schaden.

Das Mischgut muss mit winddichten Planen abgedeckt sein, dies auch während eventueller Standzeiten vor dem

Fertiger.

Schichthöhe des Bettungsmaterial	Bedarfsmenge als ECOPREC®-Bettungsmaterial		
	Regelfall	Sehr unebene Tragschicht	Sehr ebene Tragschicht
30 bis 35 mm	~ 60 bis 80 kg/m ²	~ 120 bis 140 kg/m ²	~ 60 bis 70 kg/m ²

Tabelle 4: Bedarfsmenge von ECOPREC®-Bettungsmaterial

Zeitpunkt der Fugenfüllung	Bedarfsmenge ECOPREC®-Fugenmaterial		
	Fugenbreite 3 bis 5 mm Mittlere Steinformate ~ 220/120/100 mm	Fugenbreite 3 bis 5 mm Kleine Steinformate	Fugenbreite 3 mm Grosse Steinformate ~ 300/300/100 mm
Erste Fugenfüllung	~ 5 bis 8 kg/m ²	~ 10 bis 15 kg/m ²	~ 4 bis 5 kg/m ²
Spätere Fugenfüllung	~ 2 bis 3 kg/m ²	~ 3 bis 5 kg/m ²	~ 1 bis 2 kg/m ²

Tabelle 5: Bedarfsmenge von ECOPREC®-Fugenmaterial

9. Vorbereitung zur Bauausführung

9.1. Witterung

Der Einbau des ECOPREC®-Bettungsmaterials muss bei möglichst trockener Wetterlage erfolgen. Zusätzlich müssen geeignete Umgebungstemperaturen herrschen. Die Grenzen werden in der Regel in der Nähe des Gefrierpunktes erreicht. Entscheidend ist aber nicht allein die Lufttemperatur (~ mind. + 3°C), sondern auch die Temperatur der Bodenschichten (~ mind. + 5°C).

Eingebautes ECOPREC®-Bettungsmaterial kann mehrere Tage unverdichtet eingebaut und abgezogen liegengelassen werden.

9.2. Abschlüsse und Randeinfassungen

Sämtliche Abschlüsse und Randeinfassungen der Pflasterflächen müssen eingebaut und standfest sein.

9.3. Schachtabdeckungen

Sämtliche Schachtabdeckungen müssen auf die entsprechende Höhe abgedeckt werden, damit sie später wieder freigelegt werden können.



Bild 13: Kontrolle der Tragfähigkeit mit Me-Messungen

10. Kontrollen vor dem Einbau des ECOPREC®-Bettungsmaterial

10.1. Kontrollprüfungen für Tragschichten

10.1.1. Tragfähigkeit der Tragschicht

Die Tragfähigkeit der Tragschicht ist auf der Planie nach Norm SN 670 317b nachzuweisen. Je nach Verkehrslastklasse sind die Werte nach Tabelle 3 zu erreichen.

10.1.2. Ebenheit der Planie

Die Ebenheit der Planie wird mit der 4 m langen Messlatte gemessen. Die Differenz zwischen Unterkante Messlatte und der Oberfläche der Planie darf ± 10 mm nicht überschreiten.

11. Einbau

11.1. Maschineller Einbau

Der Einbau kann maschinell mit einem Asphaltfertiger erfolgen. Damit die Konsistenz des ECOPREC®-Bettungsmaterial genügend rieselfähig für den Einbau ist, muss die Einbautemperatur beim Heisseinbau zwischen 150°C und 100°C liegen.

Die Vibrationsverdichtung ist dabei nicht zulässig. Jegliche Vorverdichtung (auch das Betreten) ist im heissen Zustand zu vermeiden. Die Rüttelbohle des Strassenfertigers darf das Material nur abziehen bzw. sehr leicht andrücken. Die Einbauhöhe der Bettungsschicht muss 30 mm ± 5 mm betragen.

Die Bettung ist leicht überhöht einzubringen. Die Überhöhung beträgt bei Steinhöhen ≤ 100 mm ca. 10 mm und bei Steinhöhen > 100 mm ca. 10–15 mm. Damit wird die Sollhöhe der Pflasterdecke nach dem Abrütteln erreicht.



Bild 14: Einbau mit Asphaltfertiger



Bild 15: Rüttelbohle darf das Material nur anziehen



Bild 16: Nahtflanken sind abzukanten

Die Nahtflanken zwischen Fertigerbahnen sind sauber bzw. senkrecht abzukanten und ggf. manuell nachzustopfen und zu glätten.

Ebenfalls sind die Stellen gegen Randeinfassungen, Entwässerungsrinnen oder anderen Einbauten satt mit dem Bettungsmaterial eventuell manuell nachzustopfen und zu glätten.

Die maschinell eingebaute Bettungsschicht darf erst nach etwa einer Stunde im handwarmen Zustand betreten werden.

Überschüssiges Material ist für die Füllung der Fuge im Bereich der Einbaustelle flächig zu lagern und erkalten zu lassen.

11.2. Einbau von Hand

Bei Kleinflächen und an Engstellen kann das Bettungsmaterial auch per Hand eingebaut werden. Die Einbauhöhe der Bettungsschicht beträgt im Handeinbau $35 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$. Damit das Bettungsmaterial eine genügende rieselfähige Konsistenz aufweist, hat die Einbautemperatur beim Heisseinbau zwischen 140°C bis 80°C zu betragen.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass beim Einbringen von Hand die Etappenflächen für Materialverteilung und nachträgliches Abziehen nicht grösser als 150 m^2 betragen sollen. Nicht benötigtes Material muss so an einem Haufen zwischengelagert werden, dass der Temperaturverlust möglichst gering ist.



Bild 17: Mischgut muss gesetzt werden



Bild 18: Mischgut abziehen



Bild 19: Mischgut abziehen

Um Entmischungen zu vermeiden, darf das Mischgut mit der Schaufel nicht geworfen werden, sondern muss gesetzt werden und dann auf die Höhe des Vorhaltemasses gesetzt abgezogen werden.

Das Material kann über entsprechende Lehren abgezogen werden.

Die Bettung ist leicht überhöht einzubringen. Die Überhöhung beträgt bei Steinhöhen ≤ 100 mm ca. 10 mm und bei Steinhöhen > 100 mm ca. 10–15 mm. Damit wird die Sollhöhe der Pflasterdecke nach dem Abrütteln erreicht.

Beim Einbau von Hand ist ein schnelles und zügiges Arbeiten erstes Gebot.

Überschüssiges Material ist für die Füllung der Fuge im Bereich der Einbaustelle flächig zu lagern und erkalten zu lassen.

Sicherheitsmassnahmen (angemessene Schutzkleidung, Geräte und Hilfsmittel, etc.) zur Vermeidung von Verbrennungen und Verletzungen sind ausreichend vorzuhalten und anzuwenden.

11.3. Kontrollen während dem Einbau des ECOPREC®-Bettungsmaterial

Der Nachweis der Filterstabilität des Bettungsmaterials gegenüber der Unterlage entfällt bei dieser Bauweise.

11.3.1. Temperaturkontrollen

Die Temperaturkontrolle mittels Asphalt-Thermometer ist bei jeder Anlieferung zu überprüfen.

- Die Einbautemperatur für maschinellen Einbau mit einem Fertiger muss zwischen 150°C und 100°C betragen.
- Die Einbautemperatur für Handeinbau muss zwischen 140°C und 80°C betragen.



Bild 20: Kontrolle der Einbautemperatur

11.3.2. Sichtkontrolle

Die Sichtkontrolle auf Verunreinigungen, Klumpenbildung, Bindemittelummantelung, Farbgebung schwarz bis dunkelbraun ist bei jeder Charge der Anlieferung durchzuführen.

11.3.3. Kontrolle der Oberflächenbeschaffenheit

Die Oberfläche des ECOPREC®-Bettungsmaterial muss nach dem Einbringen und dem Abziehen eine gleichmässige Oberflächenbeschaffenheit aufweisen.



Bild 21: Kontrolle der Oberflächenbeschaffenheit

11.3.4. Einbauhöhe

Die Einbauhöhe ist kontinuierlich zu überprüfen.

- Die Einbauhöhe für maschinellen Einbau mit einem Fertiger muss $30 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ plus das Vorhaltemass nach Kapitel 11.1. betragen.
- Die Einbauhöhe für Handeinbau muss $35 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ plus das Vorhaltemass nach Kapitel 11.2. betragen.



Bild 22: Kontrolle der Einbauhöhe

11.3.5. Kontrolle der Ebenheit

Die Ebenheit der Bettungsschicht wird mit der 4 m langen Messlatte gemessen. Die Differenz zwischen Unterkante Messlatte und der Oberfläche der Bettungsschicht darf ± 5 mm nicht überschreiten.



Bild 23: Kontrolle der Ebenheit

11.3.6. Kontrolle der Ränder

Die Ränder zwischen Abschlüssen, Randeinfassungen, usw. müssen mit genügendem ECOPREC®-Bettungsmaterial ausgeführt werden.



Bild 24: Kontrolle der Ränder

12. Verlegen der Pflasterfläche

Das Verlegen kann von Hand oder maschinell erfolgen. Pflastersteine werden fluchtgerecht und höhengleich mit einer einheitlichen Fugenbreite von 3 bis 5 mm auf die nach ca. einer Stunde erkaltete bzw. handwarme Bettungsschicht lose verlegt. Ein Abstand von mindestens 1 mm zwischen Abstandsnocken und Pflasterstein muss gewährleistet werden können. Ein gleichmässiger Fugenverlauf ist mit Hilfsmitteln wie Richtschnur oder Winkel einzuhalten.



Bild 25: Maschinelle Verlegung



Bild 26: Verlegen von Hand

Pflastersteine sind wechselweise bzw. gemischt aus mehreren Paletten bzw. Liefereinheiten zu verlegen, um mögliche Farb- und Strukturabweichungen innerhalb der verlegten Fläche zu vermeiden. Dies gilt für die Handverlegung. Spezielle Steinsysteme können besondere, zusätzliche Verlegehinweise erfordern.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die maschinelle Verlegeleistung je nach Steintyp zwischen 300 bis 600 m²/Tag betragen kann.

Dies bedeutet, dass mit entsprechender Vorbereitung eine Tagesleistung für Einbau von dem flexibel gebundenen Bettungsmaterial inkl. Verlegen von entsprechenden Betonpflaster- oder Betonverbundsteinen inkl. Füllen der Fugen und Verdichten der Pflasterfläche bei ~ 250 m² liegt.

12.1. Fugenfüllmaterial

Der Fugenfüllstoff kann ausschliesslich aus dem flexibel gebundenem Bettungsmaterial und aus natürlicher Gesteinskörnung einer bestimmten Korngrössenverteilung bestehen.

In der Regel wird vor der Verdichtung (Abrütteln) für das Füllen der Fuge nur das ECOPREC®-Fugenmaterial verwendet.

Für das Nachfüllen der Fugen nach der Verdichtung (Abrütteln) wird ein ungebundenes Fugenmaterial verwendet.

12.1.1. Ungebundenes Fugenmaterial

Die Anforderungen an die Kornzusammensetzung des ungebundenen Fugenmaterials als Fugenverschluss ist in der Norm SN 640 480 beschrieben. Ein geeignetes ungebundenes Fugenmaterial wäre ein kornabgestuftes Sand- oder Sand-Splitt-Gemisch 0/2 mm.

Rundkörnige, kornabgestufte Gesteinskörnungen sind grundsätzlich gebrochenen Gesteinskörnungen vorzuziehen.

Bei überdachten Flächen oder der Verwendung von selbstaufnehmenden Reinigungsmaschinen (Kehr-Saug-Maschinen) sind gebrochene Gesteinskörnungen vorzuziehen.

12.2. Verfugen

Das Schliessen der Fugen muss weitgehend kontinuierlich mit dem Fortschreiten des Verlegens erfolgen. Dazu ist das Fugenmaterial auf das Pflaster aufzubringen und trocken in die Fugen einzufügen. Überschüssiger Fugenfüllstoff ist zu beseitigen.

Der Nachweis der Filterstabilität des Fugenfüllstoffes gegenüber dem flexibel-gebundenem Bettungsmaterial entfällt.

Die Anzahl der Nachverfugungen ist in Abhängigkeit des Füllungsgrades der Fugenfüllung abzustimmen.

Nach der letzten Verdichtung kann ein Fugenverschluss mit Gesteinskörnung 0/2 mm (Fugensand) mit hohem Feinanteil durchzuführen.



Bild 27: Maschinelles Einbringen des ECOPREC®-Fugenmaterials



Bild 28: Einbringen des Fugenmaterials von Hand

12.3. Abrütteln

Nach dem ersten Verfugen ist die Fläche bis zur Standfestigkeit zu rütteln. Vor dem Abrütteln ist die Pflasterdecke bzw. der Plattenbelag sauber abzukehren. Liegen gebliebenes ECOPREC®-Fugenmaterial kann zu Verschmutzungen an der Steinoberfläche führen.



Bild 29: Abrütteln der Pflasterdecke

Das Abrütteln erfolgt mit Plattenrüttlern und Kunststoffplatte unter der Rüttelplatte. Als Verdichtungsgerät eignen sich Plattenrüttler mit Plattengleitvorrichtung oder Rollensatz. Um ausreichend Verdichtungsenergie auszuführen dürfen keine leichten Geräte eingesetzt werden.

Das Abrütteln kann bis zur vollständigen Verdichtung mehrere Übergänge beinhalten. Die vollständige Verdichtung setzt mit dem Taumeln des Plattenrüttlers ein. Nach dem Einsetzen des Taumelns dürfen an der Stelle keine weiteren Übergänge durchgeführt werden.

Das ECOPREC®-Bettungs- und Fugenmaterial darf vor und während dem Abrütteln nicht wassergesättigt sein. Bleibt die abgezogene Bettungsschicht über mehrere Tage ohne verlegte Steine liegen, so ist diese entsprechend abzudecken bzw. es ist eine entsprechende Entwässerung während der Bauzeit vorzusehen.

Das Betriebsgewicht und die Zentrifugalkraft der Plattenrüttler sind auf die Steinhöhe und die Steinform abzustimmen (siehe Tabelle 6).

Steinhöhe	Empfohlenes Betriebsgewicht	
	Steine quadratisch oder rechteckig	Winkelsteine oder Sonderformen
< 10 cm	350 – 600 kg	350 – 500 kg
≥ 10 cm	450 – 600 kg	400 – 500 kg

Tabelle 6: Empfehlung der zulässigen Betriebsgewichte

Nach dem letzten Abrütteln und dem Einbringen des Fugenverschlusses ist das restliche Fugenmaterial gänzlich zu entfernen. Will man durch Liegenlassen von Fugenmaterial eine verbesserte Fugenfüllung erreichen, so ist ein ungebundener Fugensand zu verwenden.

12.4. Kontrollen nach der Steinverlegung

12.4.1. Fugenfüllung

Der Grad der Fugenfüllung ist in verschiedenen Intervallen, insbesondere nach Verkehrsfreigabe zu überprüfen.

Nach Verkehrsfreigabe ist der Grad der Fugenfüllung in bestimmten Intervallen in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung und Witterung zu prüfen. Ggf. sind die Fugen nachträglich zu füllen.

12.4.2. Ebenheit Pflasterfläche

Die maximale Abweichung von der Sollhöhe darf gemäss SN 640 480 ± 10 mm betragen. Für die Ebenheit gelten die Toleranzen der Tabelle 7.

Oberflächenbeschaffenheit der Pflastersteine	Zulässige Toleranzen		
	Messlattenlänge		
	2 m	3 m	4 m
Gerade	≤ 5 (5)	≤ 7 (12)	≤ 10 (15)
Strukturiert	≤ 10 (10)	≤ 12 (20)	≤ 20 (30)

Tabelle 7: Anforderung an die Ebenheit, () Summe bei mehreren Stichmassen innerhalb der Messlattenlänge

13. Verkehrsfreigabe

Die Verkehrsfreigabe kann unmittelbar nach dem letzten Abrütteln bei vollgefüllter Fuge erfolgen, sofern keine nacherhärtenden Baustoffe eingesetzt werden.

Bei nacherhärtenden Baustoffen, wie z.B. zementgebundenen Tragschichten oder dauerelastischer Fugenfüllung, darf die Verkehrsfreigabe erst nach dem Erreichen der vorgesehenen bzw. zugesicherten Eigenschaften (Festigkeit, Flankenhaftung, etc.) erfolgen.

14. Erhaltung

Zur Erhaltung ist die Fläche, insbesondere der Fugenfüllungsgrad mindestens jährlich durch Sichtkontrolle zu überprüfen.

Wassersammelnde Verformungen sind umgehend zu beseitigen.

Müssen ungebundene Pflasterdecken bzw. Plattenbeläge im Zuge von Aufgrabungen geöffnet werden, können die aufgenommenen Pflastersteine bzw. Platten in der Regel nur wiederverwendet werden, wenn eine ausreichende und sorgfältige Reinigung der Steine erfolgt ist.

Das Sanieren oder Wiederverschliessen aufgenommener Flächen erfolgt wie eine Neuverlegung nach diesem Merkblatt.

15. Normative Verweise

Es gelten - sofern sie zutreffend sind - die Anforderungen der folgenden gültigen Normen:

SN EN 1338	Pflastersteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren
SN EN 13043	Gesteinskörnung für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen
SN EN 13450	Gesteinskörnung für Gleisschotter
SN 640 064	Fugeneinlagen und Fugenmassen in Verkehrsflächen
SN 640 317b	Dimensionierung – Untergrund und Unterbau
SN 640 320	Dimensionierung – Äquivalente Verkehrslast
SN 640 324a	Dimensionierung – Strassenoberbau
SN 640 340a	Strassenentwässerung – Begriffe
SN 640 350	Oberflächenentwässerung von Strassen – Regenintensitäten
SN 640 353	Strassenentwässerung – Abfluss
SN 640 480	Pflästerungen – Konzeption, Dimensionierung, Anforderungen, Ausführung
SN 640 585b	Verdichtung und Tragfähigkeit – Anforderungen
SN 670 317b	Böden – Plattenversuch E _v und M _E

ECOPREC® COLD bituminöser Bettungs- und Fugensand



Im Wesentlichen gelten für den Kalteinbau die meisten Punkte der vorgehenden Seiten des Heisseinbaus.

Spezifikationen ECOPREC® COLD Bettungs- und Fugenmaterial in Kombination verwendet

- Lieferung im Big Bag
- Einbau maschinell und von Hand möglich
- Bedarfsmengen (Einhaltung Tragschicht +/- 1 cm, gemessen mit 4 m Messlatte). Bettungsschicht beträgt 60 kg/m² (Einbaudicke 35 mm)
- Fugenbefüllung ca. 3–4 kg je nach Fugenbreite und Tiefe.– für den Neubau oder die Sanierung von Betonpflasterflächen
- Erhöhung der Stabilität von Pflasterbelägen
- Verringerung der Wasserdurchlässigkeit von Betonsteinpflasterdecken
- Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten von Betonsteinpflasterdecken (Betonunterbau, Brücken, über Einstellhallen etc.)