Oberrhein-Handels-Union
GmbH & Co. KG

Kompetenz in Gesteinskörnung!

Straßen und Wege in Pflasterbauweise

Informationen für Planer und Bauunternehmen

Stand Juni 2008

Straßenbau in Pflasterbauweise

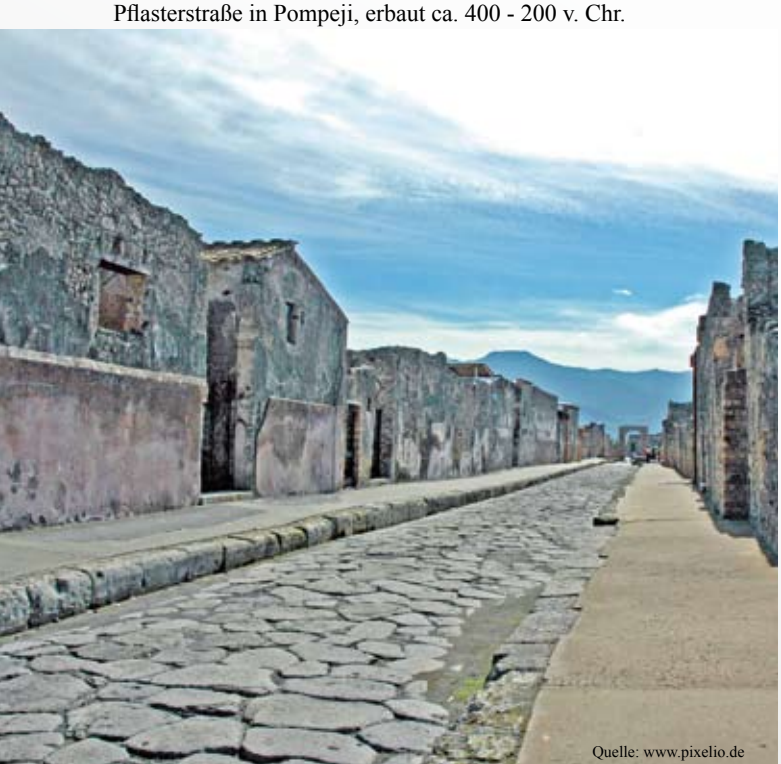
Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines
2. Entwurf und Planung
3. Bautechnik und Bauweise
4. Bauarten und Baustoffe
5. Verlegemuster (Verbände)
6. Gesteinskörnungen als Baustoffe für Bettung und Fuge
7. Herstellen einer Pflasterdecke
8. Herstellen der Bettung
9. Verlegen und Abrütteln der Pflastersteine
10. Auffüllen der Fugen
11. Abnahme, Prüfung
12. Erhaltungsmaßnahmen
13. Zusammenfassung

1. Allgemeines

Während in den Anfangszeiten des Automobilismus Straßen fast ausschließlich mit Pflasterdecken befestigt wurden, lässt sich diese Bauweise mit zunehmender Belastung und Fahrzeuggeschwindigkeit nicht mehr fortführen. Dennoch können innerstädtische Straßen, Anliegerstraßen, ländliche Wege, private Zufahrten und Parkflächen bestens aus Baustoffen des modernen Pflasterbaus hergestellt werden. Gerade wegen der gestalterischen Möglichkeiten sind in Deutschland Pflasterbefestigung sehr beliebt.
Pflasterdecken sind durch den Fugenanteil (bei Verfugung mit Fugensand) immer auch wasserdurchlässig, weshalb sie bezüglich der Flächenversiegelung ökologisch entsprechend günstig bewertet werden.
Die Bauweise ist technisch bewährt und stellt bei Beachtung der anerkannten Bauregeln attraktive, sichere und dauerhafte Fahrbahnen sowie Standflächen für den Fahrzeugverkehr zur Verfügung.

Pflasterstraße in Pompeji, erbaut ca. 400 - 200 v. Chr.



Quelle: www.pixelio.de

Wie bei übrigen Bauleistungen auch hängt Funktionstüchtigkeit und Dauerhaftigkeit einer Pflasterbefestigung von der Wahl der geeigneten Baustoffe und der richtigen Ausführung ab. Beides wird anhand langjähriger praktischer Erfahrungen und einer an den bundesdeutschen Hochschulen laufenden wissenschaftlichen Begleitung abgesichert.
Im Folgenden werden hierzu wichtige Aspekte angesprochen.

2. Entwurf und Planung

Entwurfsgrundsätze und Planungsvorgaben für den Straßenbau finden sich in den „Richtlinien für die Anlage von Straßen“ (RAS), die sich in verschiedene Teile gliedern:
• Teil: Linienführung (RAS-L)
• Teil: Querschnitte (RAS-Q)
• Teil: Netzgestaltung (RAS-N)
• Teil: Entwässerung (RAS-Ew).

Für den ländlichen Wegebau finden sich entsprechende Vorgaben in den „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“ (RLW).
Aufbau- und Bemessungsvorgaben sind in den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO-StB) enthalten. Besondere Beanspruchungsarten sind, wie dort dargelegt, zu beachten. Vorgaben für die Bemessung von Neben- und Rastanlagen an Straßen sowie für Busverkehrsflächen und Parkflächen sind dort ebenfalls ausgeführt.

3. Bautechnik und Bauweise

Pflasterdecken bestehen aus den Pflastersteinen, der Fugenfüllung und der Pflasterbettung. Ohne diesen „Dreiklang“ kann die Pflasterdecke ihre Funktion nicht erfüllen.
Die Wahl der Bauweise (Schichtenfolge, Schichtdicken der Deckschichten) richtet sich nach grundsätzlichen Überlegungen (Baugrundsätzen) und den rechtsverbindlichen Vorgaben der RStO-StB.
Pflasterdecken werden auf geeigneter Unterlage aufgebaut. Unterlage (unterhalb der Bettung) ist im Regelfall eine Tragschicht aus ungebundenen Mineralstoffen. Sollen hydraulisch gebundene Tragschichten (HGT) oder Asphalttragschichten zum Einsatz kommen (keine Regelbauweise!), sind spezielle fachtechnische Überlegungen anzustellen.
Pflasterdecken lassen – bedingt durch ihren Fugenanteil – immer auch Niederschlagswasser durch die Decke in die darunter liegenden Schichten versickern. Daher müssen sämtliche Tragschichten wasserdurchlässig sein. Der anstehende Boden muss das durchsickernde Wasservolumen aufnehmen können. Können diese Voraussetzungen nicht sicher erfüllt werden, sind in jedem Fall ausreichend dimensionierte Entwässerungseinrichtungen zu schaffen. Im Straßenraum sind solche Entwässerungseinrichtungen immer vorzusehen (s.o. RAS-Ew).

4. Bauarten und Baustoffe

Pflasterdecken können mit verschiedenen Pflastersteinen ausgeführt werden. Auch Bettung und Fuge können auf verschiedene Arten (z.B. gebunden oder ungebunden) hergestellt werden.

4.1 Pflasterdecken mit Betonpflastersteinen

Betonpflastersteine sind industriell hergestellte Erzeugnisse aus Beton. Betonpflastersteine gibt es in vielfältigen Formen, Farben und Oberflächen. Betonpflastersteine sind Bauprodukte i.S.d. BauPG und genormt nach DIN EN 1338. Lieferungen im Bestimmungsgebiet Deutschland müssen nach TL Pflaster-StB (Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken etc.) erfolgen.

Betonpflastersteine mit „verwinkelten“ Grundformen gelten als Verbundpflaster. Dabei soll die Formgebung ein Verklammern der Steine untereinander bewirken und so eine höhere Lagestabilität bewirken.
Betonpflastersteine werden im Regelfall als fertige Verlegeeinheiten ausgeliefert. Diese lassen sich bestens maschinell greifen und als ganze Einheit verlegen.

4.2 Pflasterdecken mit Ziegel- oder Klinkersteinen

Pflastersteine können auch aus gebranntem Ton oder Tonersatz hergestellt sein. Sind sie „hartgebrannt“ handelt es sich um Pflasterklinker. Letztere werden eher für Beläge nach Art von Plattenbelägen verwendet. Pflasterziegel und Pflasterklinker sind Bauprodukte i.S.d. BauPG und genormt nach DIN EN 1344, Pflasterklinker zusätzlich nach DIN 18503. Lieferungen im Bestimmungsgebiet Deutschland müssen nach TL Pflaster-StB erfolgen.
Bezüglich des Steingrundrisses handelt es sich bei Pflasterziegel meist um rechteckige Formen. Wegen höherer Formtoleranzen bei Klinkersteinen können Verlegeeinheiten nicht immer maschinell gegriffen werden. Die Liefereinheiten werden dann von Hand verlegt.

4.3 Pflasterdecken mit Natursteinen

Pflastersteine können Natursteine sein. Sie müssen im Regelfall zweckmäßig bearbeitet sein, z.B. eine gewisse Maßhaltigkeit aufweisen und über gesichert gleichmäßige Eigenschaften verfügen, z.B. Frostbeständigkeit und Widerstand gegen Abwittern.
Die Bearbeitung erfolgt arbeitsintensiv durch Spalten von entsprechend geeigneten, aus Steinbrüchen gewonnenen Natursteinblöcken. Noch präzisere Formhaltigkeit erzielt man durch Sägen und Kalibrieren (Abschleifen von Ober- und/oder Unterfläche des Natursteins). Die Formenvielfalt erschöpft sich in Rechteckformen oder sog. wilden, ausgesuchten Steinen (letztere nicht geeignet im modernen Straßen- und Wegebau). Im Materialbereich stehen - auch aufgrund weltweit günstiger Transportmöglichkeiten - verschiedene Hartgesteine zur Verfügung.
Naturpflastersteine sind Bauprodukte i.S.d. BauPG und genormt nach DIN EN 1342. Lieferungen im Bestimmungsgebiet Deutschland müssen nach TL Pflaster-StB erfolgen.

5. Verlegemuster (Verbände)

Pflastersteine (insbesondere rechteckige Pflastersteine) lassen sich in verschiedenen Verlegemustern verlegen. Diese Verlegemuster werden auch Verbände genannt. Beispiele von Verlegemustern sind:

- **Reihen- oder Läuferverband**
  Hier ist jeweils eine Steinreihe zur nächsten um die Hälfte einer Steinlänge oder auch um ein Drittel versetzt. Die Reihung mit der langen Steinseite erstreckt sich in der Regel quer zur Fahrtrichtung.

- **Diagonalverband**
  Hier laufen Reihenverbände unter 45 Grad von den Begrenzungsrändern aus mittig aufeinander zu.

- **Fischgrätverband**
  Hier sind drei Steine in ihrer Längserstreckung Z-artig angeordnet; diese Z-Anordnung wird in der Gesamtfläche regelmäßig wiederholt.

- **Parkettverband**
  Steinpaare sind schachbrettartig versetzt; dabei sind Nachbarfelder jeweils um 90 Grad zueinander gedreht.

- **Wilder Verband**
  Es werden mehrere unterschiedliche Steingrößen miteinander verlegt, ggf. nach festen Planungsvorgaben.

Verbundpflastersteine weisen eine spezifische Grundrissform und Verlegegeometrie auf. Sie werden im Werk aus Beton in entsprechenden Formenkästen hergestellt. Wichtig ist bei Verbundpflastersteinen, dass die Verlegeeinheiten untereinander wiederum eine Verbundwirkung haben und dass die Randausbildung mit einfachen Mitteln (z.B. System-Randsteinen) möglich ist.

6. Gesteinskörnungen als Baustoffe für Bettung und Fuge

Pflasterbettung

Pflastersteine wurden früher in Handarbeit im Sandbett „versetzt“. Dies gab den Steinen Halt, und auf diese Weise konnten die Höhentoleranzen an den Natursteinen ausgeglichen werden.
Die Pflasterbettung ist auch im modernen Pflasterbau nötig, damit sich beim Abrütteln (zur Erzielung einer ebenen Oberfläche) die Pflastersteine ins Pflasterbett eindrücken können.
Als Regelbauweise gilt die Ausführung mit losem (ungebundenem) Bettungsmaterial. Hierfür kommen nur bestimmte Gesteinskörnungen und Körnungsgemische in Betracht. Bettungsmaterialien sind Bauprodukte i.S.d. BauPG und genormt nach DIN EN 13285. Lieferungen im Bestimmungsgebiet Deutschland müssen nach TL Pflaster-StB erfolgen.
Das Bettungsmaterial muss filterstabil auf die Tragschicht abgestimmt sein, d.h. feineres Kornmaterial der Bettung darf nicht in die ggf. vorhandenen Porenräume des Tragschichtenmaterials einrieseln. Als in diesem Sinne abgestimmte Materialien haben sich gebrochene feine Gesteinskörnungen 0/2 mm („Brechsand“) und Brechsand-Splitt Gemische (0/5 mm und 0/8 mm, sog. „Pflastersand“) bewährt. Sie sind darüber hinaus ausreichend wasserdurchlässig (K_f = ca. 10-4 m/s) und erfüllen die weiteren Anforderungen gemäß Regelwerk. Ausfallkörnungen (oftmals verwendet 2/5 mm oder 2/8 mm) haben sich häufig als nicht geeignet herausgestellt, da es hier zu erhöhter Spitzenbelastung der Körner unter Verkehr kommt (Folge: Zerreiben).

Eine Ausnahme hierzu bildet der ökologische Pflasterbelag in Form aufgeweiteter, splittverfüllter Fugen oder Öffnungen und die Rasensteindecke (begrünbar). Zur Gewährleistung einer vollständigen Wasserdurchlässigkeit, auch bei großen Niederschlagsmengen, eignen sich für Bettung und Fuge Alpine Moräne Edelsplitte der Lieferkörnung 1/3 mm, alternativ 2/5 mm oder bei sehr großen Fugen 2/8 mm. So können Wasserdurchlässigkeiten von bis zu 10-2 m/s erzielt werden. Alpine Moräne Edelsplitte haben sich als äußerst stabil gegen Spitzenbelastung und Zerreiben bewährt.

Mit den von Oberrhein-Handels-Union (OHU) angebotenen Körnungsgemischen können quasi Gesamtsysteme von aufeinander abgestimmten Baustoffen für Tragschichten, Bettung und Fuge verbaut werden.

Pflasterfuge

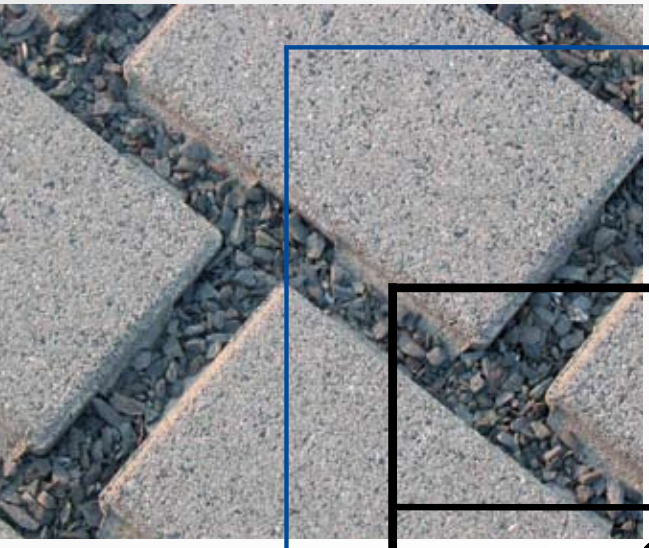
Die Pflasterfuge ist ein ganz wichtiger Bestandteil an der Pflasterdecke. Pflastersteine müssen – ob mit oder ohne Abstandshalter – zueinander auf Abstand liegen. Dies dient ihrer Solllage, dem Ausgleich von Zwängungskräften und der Lastabtragung untereinander. Decken ohne Fugenfüllung zeigen in Praxis und Versuch einen umgehenden Funktionsverlust.
Als Regelbauweise gilt eine Ausführung mit losem (ungebundenem) Fugenmaterial. Auch hier kommen nur bestimmte Gesteinskörnungen und Körnungsgemische in Betracht. Fugenmaterialien sind Bauprodukte i.S.d. BauPG und genormt nach DIN EN 13285. Lieferungen im Bestimmungsgebiet Deutschland müssen nach TL Pflaster-StB erfolgen.
Das Fugenmaterial muss filterstabil auf das Bettungsmaterial abgestimmt sein, d.h. feineres Kornmaterial der Fugenfüllung darf nicht in die ggf. vorhandenen Porenräume des Bettungsmaterials einrieseln. Hierfür haben sich Brechsande und Brechsand-Splittgemische für den Regelbau bewährt. Bei Ausnahme-Bauweisen beraten Sie die Mitarbeiter der OHU gern.

7. Herstellen einer Pflasterdecke

Die Herstellung von Flächenbefestigungen mit einer Pflasterdecke hat gemäß den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen“ (ZTV Pflaster-StB) zu erfolgen. Dies erfolgt in drei grundsätzlichen Schritten: Aufbringen der Bettung, Verlegen und Abrütteln der Pflastersteine sowie Auffüllen der Fugen. Der schematische Aufbau einer Pflasterdecke ist auf Seite 6 dargestellt.

Abb. schematische Darstellung einer Pflasterdecke

Die Wahl der Bauweise (Schichtenfolge, Schichtdicken der Deckschichten) richtet sich nach grundsätzlichen Überlegungen (Baugrundsätzen) und den rechtsverbindlichen Vorgaben der RStO-StB.



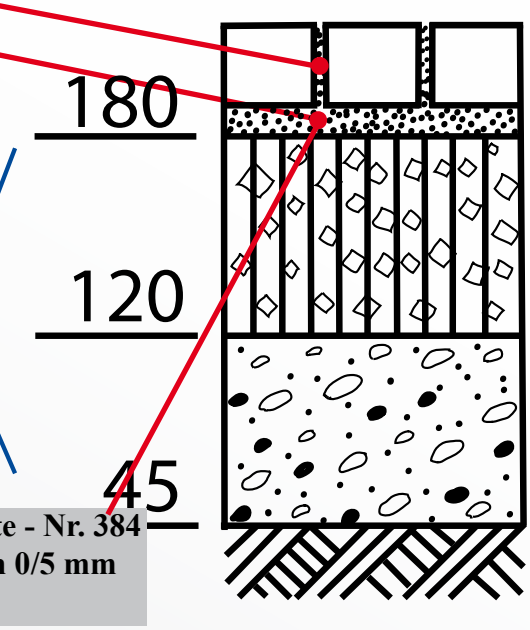
1. Schritt
Verkehrsbelastungszahl (VB) bestimmt die Bauklasse.

IV	
60 - 300	
50	60 | 70 | 80

2. Schritt
Dicke [cm] des frostsicheren Oberbaus festlegen

3. Schritt
Eine der Bauweisen für den Oberbau nach Zeile 1 bis 8 auswählen (Schichtenaufbau)

Fugensand
Sorte - Nr. 121
Rheinsand
Körnung 0/2 mm



4. Schritt
Schichtdicken [cm] im gewählten Feld ablesen.

Summe der Schichtdicken

6. Schritt
Anforderung an den Verformungsmodul Ev_2 [MN/m²] ablesen

Bettungsmaterial Sorte - Nr. 384
Kies - Splitt - Gemisch 0/5 mm
oder 0/8 mm

	29	39	49

5. Schritt
Dicke [cm] der Frostschutzschicht ablesen:
Dicke [cm] des frostsicheren Oberbaus (2. Schritt) abzgl. Summe der Schichtdicken [cm]

*) Pflastersteinhöhe ist von der Verkehrsbeanspruchung abhängig und somit variabel.

**) Anzustrebende Bettungsdicke im verdichteten Zustand

8. Herstellen der Bettung

Bettungsarbeiten sind Bestandteil der Pflasterarbeiten. Die Pflasterbettung wird als Schicht (lose = Regelbauweise!) eingebaut. Das Aufbringen, Verteilen und ggf. Vorverdichten des geeigneten Bettungsmaterials (siehe oben) erfolgt im Handeinbau oder bei großen Maßnahmen auch mit Straßenfertiger.
Die Mindesteinbaudicke beträgt 3 cm (ggf. -1 cm Toleranz), die max. Einbaudicke (verdichtet) beträgt 5 cm gem. ZTV Pflaster-StB. Die Bettung kann nicht zum Ausgleich unebener Tragschichtoberflächen dienen. Sonstige Anforderung an die Bettung sind u.a. höhengerechte Lage (unter Beachtung der Nachverdichtung/Setzung nach Abrütteln der Pflastersteine!), Ebenheit und Gleichmäßigkeit der Materialzusammensetzung. Die Höhenlage und Ebenheit ist durch Abziehen zwischen Leerprofilen oder plangesteuerte Maschinen zu erzielen.

9. Verlegen und Abrütteln der Pflastersteine

Pflastersteine werden heute größtenteils maschinell verlegt. Dafür stehen spezielle motorisierte Verlegemaschinen, aber auch Anbaugeräte für Bagger oder Radlader zur Verfügung. Durch eine werksmäßige Vorsortierung in Verlegeeinheiten und verlegegerechte Anlieferung sind hierzu wirtschaftlich günstige Rahmenbedingungen geschaffen. Kleinere Flächen (unter 400 m^2), spezielle Verlegemuster (z.B. Ornamente oder farbliche Mischungen) und ggf. erhöhte Anforderungen an die Ausführung verlangen nach einer Handverlegung.

Die Solllage wird durch Schnürung festgelegt. Es wird vor-Kopf gearbeitet (ohne Betreten der Bettung). Ggf. muss ein Verlegeplan eingehalten werden.

Nach Verlegung der Pflastersteine sind die Fugen zu verfüllen. Danach wird die gesamte Fläche (oder eingrenzbare Teilabschnitte) mit geeigneten Plattenrüttlern abgerüttelt, um insbesondere Solllage und Ebenheit herzustellen. Bei farbigen Pflastersteinen und solchen mit veredelten Oberflächen sind Plattengleitvorrichtungen zu verwenden.

Einer weiteren Oberflächenbearbeitung oder Nachbehandlung bedarf es bei der Pflasterbauweise nicht.

10. Auffüllen der Fugen

Die Pflasterfugen sind sorgfältig bis zur Oberkante aufzufüllen. Dies geschieht durch händisches oder maschinelles Einfegen und Einschlämmen. Bewährt hat sich, überschüssiges Material eine Zeitlang auf der Oberfläche zu belassen, um durch Nachfegen oder mithilfe der Witterung die Vollständigkeit der Fugenfüllung zu sichern. Restmaterial muss jedoch vor Verkehrsfreigabe entfernt werden.

11. Abnahme, Prüfung

Ausführung und Fertigstellung von Pflasterarbeiten / Pflasterdecken sind während und nach dem Einbau zu überprüfen (Eigenüberwachungsprüfungen). Ergebnisse sind zu protokollieren. Damit wird festgestellt, ob die zu verwendenden Baustoffe und die eingebauten Leistungen den vertraglichen Erfordernissen entsprechen.

Überprüfungen während der Bauausführung beziehen sich u.a. auf:

- Beschaffenheit der angelieferten Baustoffe
- Beschaffenheit der Unterlage (Prüfung der Vorleistung)
- profilgerechte Anlage der einzelnen Schichten
- Ebenheit der einzelnen Schichten
- Verlauf der Fahrbahnränder im Grund- und Aufriss

Überprüfungen der Oberfläche (fertige Leistung) beziehen sich u. a. auf:

- Ebenheit
- Gleichmäßigkeit
- Solllage
- Fugen

Der Auftragnehmer sollte Ergebnisse seiner Eigenprüfungen zweckmäßig protokollieren.

Der Auftraggeber kann Kontrollprüfungen vornehmen. Kontrollprüfungen erstrecken sich im Regelfall auf die verwendeten Baustoffe.

12. Erhaltungsmaßnahmen

Ausreichend bemessene und richtig hergestellte Pflasterdecken erzielen eine hohe Lebensdauer. Das Erneuern von z.B. Verschleißschichten entfällt.
Oberflächenschäden können jedoch entstehen, wenn eine der drei Bestandteile der Pflasterdecke z.B. durch äußere Einflüsse in Mitleidenschaft gezogen wird. Witterung, Verkehr und Reinigungsmaßnahmen setzen insbesondere der Fugefüllung stark zu. Ungefüllte Fugen führen jedoch zum Versagen der Pflasterdecke (Verschieben der Steine, Abplatzungen an Steinen durch Kantenpressungen etc.). Daher sollte ein Nachsanden der Fuge bei entsprechendem Bedarf unbedingt vorgenommen werden.

13. Zusammenfassung

Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken stellen seit Langem, beginnend bei der privaten Einfahrtsgestaltung, über den gewerblichen Garten- und Landschaftsbau, bis hin zu hoch belasteten Bereichen im Straßen- und Gewerbeflächenbau ihre Tauglichkeit unter Beweis. Dazu tragen auch die Verwendung geeigneter Körnungen und Körnungsgemische als Baustoff für Tragschicht, Bettung und Fuge ihren Anteil bei. Regelmäßige und intensive Produkt- und Prozessprüfungen gewährleisten einen sehr hohen Qualitätsstand.

Hinweis: Die Oberrhein-Handels-Union übernimmt als Autor dieser Broschüre keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Haftungsansprüche, welche sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen.

Ihr Partner am Bau

Vom Oberrhein per LKW und Waggon

Sand und Kies

Alpine Moräne Edelsplitt

Schotter

Recyclingbaustoffe

www.sandundkies.info

Oberrhein-Handels-Union
GmbH & Co. KG