

Special Pflaster und Plattenbeläge

Die gebundene Bauweise von Pflasterdecken und Plattenbelägen

Thomas Rost

Einführung

Im Gegensatz zu einzelnen europäischen Ländern gilt die gebundene Bauweise in Deutschland nach wie vor als Sonderbauweise. Nachdem jahrzehntelang nur unzureichende technische Vorschriften für die gebundene Bauweise vorlagen, ist diese mit Erscheinen der neuen DIN 18318:2006 nicht mehr in den allgemeinen technischen Vorschriften geregelt.

Die Vorgaben der alten DIN 18318 führten zu erheblichen Schäden:

- Bettungsmörtel: Mörtel der Mörtelgruppe III nach DIN 1053 (Mischungsverhältnis 1 : 4). Hierbei handelt es sich um einen Putz- und Mauermörtel mit einer Druckfestigkeit von 10 N/mm², der nicht ausreichend frostbeständig ist. Auf ungebundener Tragschicht war sogar ein MV von 1 : 8 vorgeschrieben.
- Die Mörtelverfugung mit einer Fugentiefe von min. 30 mm mit einem nicht definierten Fugenmörtel, die Anforderung war hier 600 kg Zement pro m³ für einen schlämbaren, gießfähigen Mörtel – daraus ergeben sich aber keine definierten Materialeigenschaften. Andere Zementmörtel waren im MV 1 : 4 vorgegeben.

Bei einer Verfugung mit Mörtel der oberen 3 cm der Fuge spricht man heute von einer gebundenen Fugenfüllung. Diese Bauweise eignet sich nur für gering belastete Flächen, stellt jedoch keine dauerhafte Lösung dar. Die wesentlichen Funktionen der gebundenen Bauweise sind der horizontale Schichtenverbund und die großflächige Lastabtragung. Es handelt sich bei der gebundenen Bauweise nicht um eine Pflasterdecke bei der ungebundene Materialien für Tragschicht, Bettung und Fuge durch gebundene Materialien ersetzt werden. Die gebundene Bauweise ist eine eigenständige Bauweise, bei der sowohl die Grundsätze des Pflasterstraßenbaus wie

auch betontechnologische Grundsätze anzuwenden sind.

Nach dem Stand der Technik versteht man unter einer gebundenen Bauweise für belastete Flächen einen gebundenen Aufbau aus:

- Dränbeton oder Dränasphalt mit definierten Eigenschaften,
- dränfähigem Bettungsmörtel mit definierten Eigenschaften,
- wasserundurchlässigem Pflasterfugenmörtel mit definierten Eigenschaften.

Die verwendeten Beton-/Mörtelprodukte sind starr und daher nicht in der Lage, auftretende Spannungen abzubauen. Über den Verbund der einzelnen Schichten sowie zwischen Stein und Fugenmörtel können die Spannungen jedoch aufgenommen werden, wenn die Gebrauchsfestigkeit der Pflasterdecke höher ist als die Summe der auftretenden Lasten aus Spannung und Verkehrslast. Die Pflasterdecke ist durch geeignete Dehnungsfugen so zu unterteilen, dass Schäden in Folge von Spannungen vermieden werden. Eine Rissbildung ist dennoch nicht auszuschließen.

Die Lasten aus Eigenspannung, Temperaturlängenänderung und Verkehrslast addieren sich. Übersteigt die Lastsumme die Festigkeit der Konstruktion, entstehen an den Schwachstellen der Pflasterdecke Schäden durch Risse, Kantenabplatzungen, lose Steine, zerstörte Fugen oder zerstörte Bettung.

Im Vergleich der auftretenden Kräfte stellt die Verkehrsbelastung gegenüber der thermischen Belastung eine relativ geringe Beanspruchung dar. Die durch Fahrzeuge aufgebrauchten dynamischen Einzellasten liegen im Bereich von max. 2 N/mm², z.B. bei der Vollbremsung eines Lkw. Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens erfolgen diese Belastungen jedoch mit einer hohen Frequenz und tragen somit erheblich zur Beanspruchung der Pflasterkonstruktion bei.

Die auftretenden Spannungen aus thermischer Beanspruchung sind um einiges höher. Hier wirken bis zu 20 N/mm² Druckspannungen aus positiver thermischer Längenänderung sowie daraus resultierende Zugspannungen von bis zu 2/N mm². Durch Frosteinwirkung können im ungünstigsten Fall Druckspannungen von über 100 N/mm² im Mörtelgefüge auftreten. Jede Druckspannung erzeugt Querkzugspannungen, die zu Schäden am Pflasterbelag führen können. Die Materialeigenschaften und der Verbund der Baustoffe sind also wichtige Punkte im Bezug auf die Dauerhaftigkeit einer Pflasterfläche in gebundener Bauweise.

Bei gebundenen Pflasterdecken und Plattenbelägen sind demnach Risse infolge von Spannungen aus thermischen Längenänderungen, Frosteinwirkung oder Verkehrsbelastungen nicht auszuschließen. Daher ist eine



Bild 1: Ver- und Entsorgungsfahrzeuge im Innenstadtbereich von Bielefeld, Rathausstraße mit Großpflaster Granit auf Dränbetontragschicht. Aufbau: Dränbetontragschicht, Dränfeinbeton, 14 cm Granitpflaster, vollfugig verfugt mit zementgebundenem Pflasterfugenmörtel

Verfasserschrift:
T. Rost, Betontechnologie VDB,
Hof Altona 6, D-23730 Sierksdorf,
rost@rost-systembaustoffe.de



Bild 2: Würzburg, Schiffsanleger am Kranenkai. Kalksteingroßpflaster in gebundener Bauweise

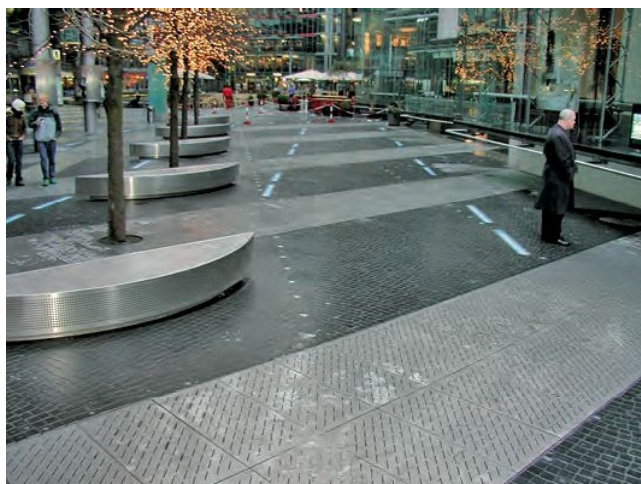
ausreichende Dränfähigkeit von Bettung und Tragschicht erforderlich.

Es liegen jedoch auch viele positive Langzeiterfahrungen mit hoch belasteten Pflasterflächen in gebundener Bauweise vor – und das, obwohl diese Flächen vor 10 oder 20 Jahren noch weit vom heutigen Stand der Technik entfernt geplant und ausgeführt wurden.

Funktionsweise der gebundenen Bauweise

Im Gegensatz zur ungebundenen Bauweise werden horizontale und vertikale Lasten flächig und nicht punktuell abgetragen. Hier wirkt ein „starrer“ Aufbau, welcher sich unter Last nur im Bereich der Dauerfestigkeit verformt, vergleichbar mit einer Betonfahrbahn. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die kraftschlüssige Verbindung der einzelnen Schichten (Schichtenverbund) sowie zwischen Pflasterstein und Fuge.

Bild 3: Berlin, Sony Center am Potsdamer Platz. Gesamtfläche ca. 20.000 qm mit Basalt Kleinpflaster in gebundener Bauweise und Edelstahlabdeckungen



Dieser ist von besonderer Bedeutung für die Dauerhaftigkeit der Pflasterdecke. Nur wenn die auftretenden Spannungen und Lasten über den gesamten Querschnitt ertragen werden können, ist gewährleistet, dass diese im Bereich der Gebrauchsfestigkeit liegen und keine Schäden verursachen.

Anwendungsbeispiele für die gebundene Bauweise

- Flächen mit hoher Verkehrsbelastung, wie z. B. Busspuren oder Kreisverkehrs-Plätze,
- Fußgängerzonen und repräsentative Flächen im Innenstadtbereich, die maschinell gereinigt werden,
- Flächen mit geringer Aufbauhöhe, z. B. bei befahrbaren Dachflächen,
- Flächen die wasserundurchlässig ausgeführt werden sollen oder für Flächen mit starkem Gefälle,
- Rinnen und andere wasserführende Bauteile, wie z. B. Brunnenanlagen sind Anwendungsgebiete der gebundenen Bauweise.

Aufbau der gebundenen Bauweise

Die RStO 2001 sieht Pflasterbeläge nur bis Bauklasse II vor. Die dort angegebenen Aufbauten lassen sich jedoch nicht immer direkt auf die gebundene Bauweise übertragen. Oberhalb der Bauklasse III gibt es keinen Regelaufbau für Pflasterdecken. Der Aufbau einer gebundenen Bauweise sollte daher projektbezogen geplant werden.

Grundsätzlich gilt jedoch: Frostschutzschicht bzw. Schottertragschicht, gebundene Tragschicht und Bettung müssen wasserundurchlässig sein. Die Verfügung sollte wasserundurchlässig ausgeführt werden.

Das wesentliche Kriterium für die Ausführung der Pflasterdecke und der Tragschicht

ist die spätere Nutzung/Belastung der Pflasterfläche. Eine hoch belastete Fläche sollte mit einer Steinhöhe von min. 12-16 cm auf einer Dränbetontragschicht ausgeführt werden. Flächen mit mittleren oder leichten Belastungen können mit einer Steinhöhe von 8-12 cm auch auf einer Dränasphalttragschicht ausgeführt werden. Steinhöhen unter 6 cm sollten für befahrene Flächen nicht verwendet werden, da die Einbindetiefe der Steine zu gering ist. Plattenbeläge mit großformatigen Platten stellen besondere Anforderungen an den Schichtenverbund zum Bettungsmörtel und zur Tragschicht.

Systeme aus Dränbetontragschicht, Bettungs- und Fugenmörtel

Durch abgestimmte Eigenschaften, z. B. Körnung und Hohlraumgehalt, wird ein optimaler Verbund der einzelnen Schichten untereinander erreicht. Eine dauerhafte Pflasterfläche in gebundener Bauweise erfordert neben einer sach- und fachgerechten Planung und handwerklich korrekten Ausführung Produkte von gleichbleibend hoher Qualität mit optimalen Verarbeitungseigenschaften.

Für Dränbetontragschichten liegen bewährte Rezepturen vor, hier stellt Transportbeton wirtschaftlich und technisch die beste Lösung dar. Der Dränfeinbeton als Bettungsmörtel und der Pflasterfugenmörtel sind so aufeinander abzustimmen, dass ein optimaler Verbund der Mörtelschichten untereinander gewährleistet ist. Die Hohlräume im teilweise unverdichteten Bettungsmörtel zwischen den Steinen werden dann vom Pflasterfugenmörtel aufgefüllt.

„Fugenfüllung von unten nach oben“

Durch die hohlraumfreie Verfüllung der Fuge mit einem hochfließfähigen Pflasterfugenmörtel und die Verfestigung des Bettungsmörtels im Fugenbereich ist gewährleistet, dass keine Fehlstellen im Fugenquerschnitt entstehen.

Wasserundurchlässige Tragschichten und Bettungsmörtel

Eine Pflasterdecke in gebundener Bauweise ist nie dauerhaft vollständig dicht. Damit durch schadhafte Dehnungsfugen oder Risse eindringendes Oberflächenwasser keine Schäden verursacht, muss dieses sicher abgeleitet werden.

Ein geeigneter dränfähiger Bettungsmörtel weist nur eine sehr geringe kapillare Saugfähigkeit und damit eine geringe Wasseraufnahme auf. Die Hohlräume im Gefüge



Bild 4: Bielefeld, Rathausstraße. Detailaufnahme Großpflaster mit Pflasterfugenmörtel

bieten genug Platz, damit gefrierendes Wasser keinen Druck aufbauen kann. Es kommt nicht zu Staunässe in der Bettung, z. B. an Gefälle-tiefpunkten. Ein dränfähiger Bettungsmörtel mit runden Gesteinskörnern ist im erdfeuchten Zustand wesentlich besser zu verarbeiten und zu verdichten als ein herkömmlicher Mörtel gleicher Konsistenz. Für die anschließende Verfugung der Pflasterfläche muss diese mit Wasser gereinigt und vorgenässt werden. Bleibt dabei Wasser in den Fugen stehen, beeinflusst das die Materialqualität des Fugenmörtels negativ.

Ein dränfähiger Bettungsmörtel ermöglicht eine Verzahnung von Bettungsmörtel und Pflasterfugenmörtel, insbesondere im Fugenbereich zwischen den Steinen. Der daraus resultierende Verbund ist in jedem Fall besser, als bei einem nicht drainfähigen Bettungsmörtel. Der Verbund zur Steinunterseite ist mindestens gleichwertig zu einem herkömmlichen Bettungsmörtel mit gleichem Bindemittelgehalt bei gleicher Konsistenz.

EN 206-1 für Tragschichten unter Pflasterflächen

Die EN 206-1 mit den Anforderungen aus den Expositions-klassen gilt nur für Straßen-decken aus Beton, aber nicht für Trag-schichten im Straßenbau. Quelle: ZTV Beton-StB 07, Straße und Autobahn Ausgabe 6/2008 und vdz-online.de.

Das erklärt sich daraus, dass die betreffende Exposition unmittelbar gegeben sein muss, sonst müsste jedes Betonbauteil, welches indirekt betroffen sein könnte, der höchsten Expositions-klasse entsprechen. Die ZTV Beton-StB 07 stellt keine besonderen Anforderungen an hydraulisch gebundene Trag-schichten und Betontragschichten. Eine Ex-positionss-klasse ist hier nicht vorgesehen. Für Betontragschichten gilt eine Festigkeit von C12/15 bis C20/25.

Auch die ATV DIN 18316-10/06 stellt keine Anforderungen. Beide Regelwerke verweisen auf die EN 206-1 und die DIN 1045 als Material- bzw. Ausführungsnorm. Anforderungen an die Expositions-klassen lassen sich daraus aber nicht ableiten.

Forschungsergebnisse zur gebundenen Bauweise

In Diplomarbeiten werden Teilbereiche der gebundenen Bauweise behandelt oder Hersteller lassen Untersuchungen zur gebundenen Bauweise im Hinblick auf bestimmte Materialeigenschaften durchführen. 2010 wurde eine Dissertation zum Thema Thermische Spannungen in Verkehrsflächenbefestigungen der gebundenen Pflasterbauweise veröffentlicht. Eine grundlegende Untersuchung der gebundenen Bauweise im Hinblick auf Belastbarkeit (z. B. in Bauklassen höher III) oder Dauerhaftigkeit erfolgte bisher nicht.

Rissbildung in einer gebundenen Pflasterdecke

Das Auftreten von Rissen lässt sich nicht vermeiden. Entscheidend ist, dass die Rissbreite und der Verlauf den Verbund bzw. die Einspannung der Pflasterdecke nicht nachteilig beeinflusst. Risse, wie z. B. Haarrisse, schmale Spannungsrisse usw., stellen keinen Mangel dar. Treten jedoch breitere Risse auf, welche durch große Rissbreitenänderungen den Verbund bzw. die Einspannung der Pflasterdecke nachteilig beeinflussen, ist davon auszugehen, dass dies zu größeren Schäden am Pflasterbelag führen kann. Hier ist dann die Ursache zu prüfen (z. B. kein Verbund zum Bettungsmaterial), um weitere Maßnahmen planen zu können.

Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand

Wenn Wasser gefriert, vergrößert sich sein Volumen um 9%. Eis weist eine um etwa das fünffache größere Temperaturdehnung auf als Zementstein. Weiter sinkende Temperaturen bewirken ein stärkeres Zusammenziehen des Eises, was zur Diffusion von Porenflüssigkeit führt. Steigen die Temperaturen über den Gefrierpunkt, entsteht ein

höherer Druck, was zu Gefügeschäden führen kann. Stichwort: kritische Sättigung.

Je nach Größe der mit Wasser gefüllten Poren und des Salzgehalts friert dieses erst bei Temperaturen von mehr als -20 °C ein, wobei ein Druck von bis zu 100 N/mm^2 entstehen kann. Das führt zu Mikrorissen, die durch weitere Frosteinwirkung größer werden und zu Schäden führen können.

Die Verwendung von Frost-Tausalz führt zu einem Temperatur-Schock durch Wärmeentzug und zum schichtweisen Gefrieren sowie einer Reduzierung des Gefrierpunkts auf circa -20 °C . Die Poren des Mörtels füllen sich durch die Saugwirkung mit salzhaltigem Wasser, welches dann beim Einfrieren hohen hydraulischen Druck erzeugt. Dies kann bei nicht ausreichendem Frost, beziehungsweise Frost-Tausalz Widerstand, zu Schäden an der Oberfläche sowie zu inneren Gefügeschädigungen führen. Das Fugematerial sandet ab und weist eine geringe Festigkeit auf, die entstandenen Risse schädigen Fuge und Bettungsmörtel.

Werden wasserundurchlässige Tragschichten oder Bettungsmörtel durchnässt, kann eine horizontale Eisschicht (Eislinse) entstehen. Durch die kapillare Saugwirkung und die unterschiedliche thermische Dehnung von Eis und Zementstein wird weitere Feuchtigkeit angesaugt.

Bei dränfähiger Bettung und Tragschicht bleibt eindringendes Wasser nicht im Querschnitt stehen, die Materialien weisen nur eine geringe kapillare Saugfähigkeit auf. Daher entsteht hier keine geschlossene Eisschicht und das Wasser kann aufgrund des Hohlraumgehalts der Materialien keinen Gefrierdruck aufbauen.

Betontechnologische Grundsätze/ Nachbehandlung

Die Grundsätze der Betontechnologie gelten hier für zementgebundene Produkte genauso



Bild 5: Ludwigshafen, Berliner Platz. Gesamtfläche ca. 12.000 qm mit Granitplatten bis 16 cm Höhe



Bild 6: Granitplatte mit Kontaktschlämme für optimalen Verbund zum Bettungsmörtel

wie im allgemeinen Betonstraßenbau. Die Qualität von Beton oder Mörtel und damit z. B. die Druckfestigkeit oder der Frost-Tausalz-Widerstand wird im Wesentlichen vom W/Z-Wert und der korrekten Verarbeitung bestimmt. Die Nachbehandlung, also der Schutz vor Witterungseinflüssen und gegen das Verdunsten des Anmachwassers ist eine der wichtigsten Qualitätssicherungs-Maßnahmen auf der Baustelle.

Durch spezielle Bindemittel oder Zusatzmittel und über die Gesteinskörnungen lassen sich die Materialeigenschaften des Frischmörtels beeinflussen. Der chemische Vorgang der Zementsteinbildung ist jedoch immer identisch wie bei Normalbeton. Zement benötigt ca. 35% seines Gewichts an Anmachwasser, um vollständig zu hydratisieren und somit die gewünschte Festigkeit und Widerstandsfähigkeit zu erreichen. Ca. 25% des Anmachwassers wird chemisch eingebunden, ca. 10-15% wird physikalisch in sog. Gelporen gebunden.

Fehlt nun die entsprechende Nachbehandlung des Frischbetons/Frischmörtels, verdunstet dieses Wasser je nach Witterung sehr schnell (bis zu 1 Liter/qm/Stunde). Die Hydratation wird unterbrochen und der Zement bindet nicht vollständig ab. Das führt dann zu Rissen und erhöhtem Schwinden sowie geringerer Festigkeit und Dauerhaftigkeit.

Vorgabewerte für die Nachbehandlung:

- Dränbetontragschicht: Abdecken bis zur Ausführung der Pflasterung,



Bild 7: Bohrkernentnahme für Vergleichsprüfungen unterschiedlicher Mörtelsysteme für die gebundene Bauweise

- Bettungsmörtel mit darin versetzten Steinen: Abdecken bis zur Ausführung der Verfügung,
- Verfugte Fläche: Abdecken für min. 1-2 Tage.

Abgedeckt wird mit einer Folie oder einem Vlies, welches ständig feucht gehalten werden muss. Die Folie bzw. das Vlies muss so gesichert werden, das Niederschlag nicht zu Auswaschungen am noch nicht abgedeckten Mörtel führt oder das dem Mörtel durch Luftzirkulation Wasser entzogen wird. Das Aufsprühen von Wasser auf eine durch die Sonne aufgeheizte Fläche führt zu Rissen durch Temperaturschock.

Druckfestigkeit, was ist das eigentlich?

Das Versagen von Beton unter ein-axialer Druckbeanspruchung wird durch Zugspannungen zwischen Gesteinskörnung und Zementmatrix verursacht. D.h., bei der Prüfung der Druckfestigkeit wird der Probekörper so lange mit Druck belastet, bis die daraus resultierende Querkzugspannung die Haftung zwischen Zementstein (Kleber) und Gesteinskörnung (Füllstoff) übersteigt und der Probekörper zerstört wird.

Die Druckfestigkeit bei 3-axialer Prüfung ist etwa drei mal so hoch, da der allseits eingespannte Probekörper etwa 3 mal mehr Zugspannungen aufnehmen kann. D.h., ein eingespanntes Bauteil erträgt deutlich höhere Druck und Zugspannungen als ein freier Probekörper.

Schadenursachen Druck- und Zugspannung

Die Energie einer Spannung wird im Bauteil nicht abgebaut, was ja dazu führen würde, dass die Spannung immer geringer würde, sondern sie wird ertragen. Dabei resultiert dann aus der Druckspannung eine Querkzugspannung. Übersteigt diese die Festigkeit des Baustoffs, entstehen Risse oder das Gefüge wird komplett zerstört.

Querkzugspannungen verlaufen quer zur Druckrichtung und zwar hauptsächlich in einem Bereich von etwa 30 bis 50 cm vom Bauteilende, daher treten in diesem Bereich häufig Risse oder Schäden auf. Zugspannungen in Beton oder Mörtel führen zu einer Reduzierung der Druckfestigkeit. Mit zunehmender Zugbeanspruchung, bis zum Erreichen der Zugfestigkeit, wird die Druckfestigkeit gleichzeitig um bis zu 25% reduziert.

Die Zugfestigkeit von Beton, beziehungsweise Mörtel, liegt normalerweise bei 5 bis 10% der Druckfestigkeit oder bei etwa der Hälfte der Biegezugfestigkeit. Durch Verwen-

dung einer Kontaktschlämme (Haftbrücke) werden die Hohlräume zwischen Steinunterseite und Bettungsmörteloberfläche aufgefüllt und die Haftfläche vergrößert.

Durch bessere Haftung (Adhäsion) am Stein und die Festigkeit der Verklebung (Kohäsion) wird ein optimaler Verbund zwischen Bettungsmörtel und Stein erreicht. Daher sollte bei glatten Steinunterseiten (z. B. gesägtes Material, Betonstein) oder auch bei hoch belasteten Flächen mit rauer Steinunterseite eine Kontaktschlämme eingesetzt werden. Eine gebundene Bauweise wird bereits mit Spannungen hergestellt. Zunächst bewirken die unterschiedlichen Bauteildicken und Festigkeiten, die Herstellungstemperaturen und die weiteren Temperaturverläufe Eigenspannungen im gesamten Querschnitt, welche je nach aktueller Situation und Last in unterschiedliche Richtungen wirken können.

Wirken alle auftretenden Lasten (Spannungen) in die gleiche Richtung (z. B. bei sinkenden Temperaturen), dann addieren sich diese Spannungen im Bauteil. Dadurch kann bereits eine erhebliche (Biege) Zugspannung entstehen. Kommt dann noch eine Querkzugspannung und/oder eine Biegespannung aus Verkehrslast dazu, kann die Gebrauchsfestigkeit der Konstruktion überschritten werden und es kommt zu einem Schaden, z. B. in Form eines Risses.

Die häufigsten Schadenursachen bei der gebundenen Bauweise

- kein Schichtenverbund von Tragschicht zu Bettung - die Bettung „klappert“ auf der Tragschicht - Lasten werden nicht abgetragen,
- kein Verbund von Stein zu Bettung - die Steine lösen sich bei Last aus dem Verbund - es entstehen Risse,
- kein Verbund Stein ↔ Fuge ↔ Stein - keine Lastabtragung horizontal und vertikal möglich - die Fuge reißt und bricht,
- Eigenspannungen im Aufbau durch z. B. unzureichende Nachbehandlung,
- zu geringe Steinhöhen und damit keine ausreichende Verbundfläche zwischen Stein und Fuge,
- keine vollfugige - also auf ganzer Steinhöhe - ausgeführte Verfügung,
- zu geringe Festigkeit von Tragschicht, Bettungsmörtel oder Fugenmörtel - die Gebrauchsfestigkeit wird unter bestimmten Bedingungen überschritten - Schäden entstehen durch Risse oder lose Steine,
- zu frühe Verkehrsfreigabe, insbesondere bei niedrigen Temperaturen verlangsamt sich die Festigkeitsentwicklung erheblich,
- falsch ausgeführte Dehnungsfugen führen zu Spannungsspitzen und verursachen Risse.



Bild 8: Systemaufbau für Dehnungsfugen in Pflasterdecken in gebundener Bauweise mit Fugenband, Rundschnur und dauerelastisch versiegelter Dehnfuge

Dehnungsfugen

Sie sind dauerelastisch ausgebildete Fugen innerhalb einer Pflasterfläche in gebundener Bauweise. Sie unterteilen die Pflasterfläche in kleinere Einzelflächen, um Zugspannungen aufzunehmen. Dehnfugen können zur Reduzierung von Riss Häufigkeit und Rissbreite beitragen. Es besteht andererseits das Problem, dass Dehnungsfugen immer eine Schwachstelle in der gebundenen Pflasterdecke darstellen. Falsch ausgeführte Dehnfugen können z. B. durch Druckspannungskonzentration zu erheblichen Schäden führen. Bei der sogenannten „Schweizer Bauweise“ werden keine Dehnungsfugen im Pflasterbelag geplant, sondern entstehende Risse aufgeschnitten und dauerelastisch verfugt. Dehnungsfugen sind an Gebäudeanschlüssen, Einbauten und deckungsgleich über Fugen in der Tragschicht anzuordnen. Innerhalb der Pflasterfläche sollten Dehnfugen gemäß dem Stand der Technik im Abstand von 5 bis 8 m, bei Rinnen bzw. Gossen im Abstand von etwa 5 m angeordnet werden.

Im Betonstraßenbau gibt es die Faustregel, dass die Dehnungsfugen in einem Abstand von etwa 30 x Dicke der Decke angeordnet werden sollten, d. h. bei einer Großpflasterdecke mit insgesamt 40 cm gebundenem Aufbau, entsprechend einem Fugenabstand von 12 m. Bei Kleinpflaster ergibt sich bei einer Gesamthöhe des gebundenen Aufbaus von 25 cm ein Abstand von etwa 7,5 m. Dehnungsfugen sind so auszuführen, dass die Pflasterdecke (Bettung, Stein und Fuge) in einzelne Flächen unterteilt wird und keine Zugspannungen übertragen werden. Dazu wird bei der Herstellung der Pflasterung ein Fugenband (z. B. aus Gummimaterial) in die Dehnungsfuge eingestellt, welches über die gesamte Steinhöhe und die Bettungshöhe eingebaut wird. Nach der Verfugung der Pflasterfläche mit Mörtel wird der obere Teil des Dehnfugenstreifens entfernt, eine geschlossenzellige Rundschnur eingelegt und die Fuge mit einem dauerelastischen Dichtstoff verschlossen.

Bei stark befahrenen Flächen kann eine Fugenkonstruktion mit Stahlwinkeln, gem.

FGSV Merkblatt, ausgeführt werden. Diese Art der Fugenausbildung setzt jedoch voraus, dass die Stützwinkel dauerhaft auf dem Dränbeton verdübelt werden können.

Hinweis: Betonsteinpflaster/-platten

Betonsteinpflaster eignet sich nicht uneingeschränkt für die gebundene Bauweise. Wichtig ist, dass ein Stein mit Fase und ohne so genannte Abstandhalter verwendet wird und dass die Steine/Platten unter Verwendung einer Kontaktschlämme verlegt werden.

Die Verfugung darf nur bis an die Unterkante der Fase ausgeführt werden – bei einer bündigen Verfugung besteht das Risiko, dass Kantenabplatzungen auftreten. Durch optimalen Verbund zum Bettungsmörtel und ausreichende Nachbehandlung der Bettung und Verfugung wird das Auftreten von Rissen erheblich reduziert.

Hinweis: Plattenbeläge

Platten sollten immer unter Verwendung einer Kontaktschlämme verlegt werden. Da der Fugenteil im Verhältnis zu Pflastersteinen relativ gering ist, treten hier höhere Spannungen auf. Bei großformatigen Platten ist auf eine ausreichende Plattendicke zu achten, um einen möglichst großen Fugenquerschnitt zu erreichen.

Hinweis: Natursteinpflaster

Nicht jedes Natursteinpflaster eignet sich für die gebundene Bauweise. Neben den Materialeigenschaften des Natursteins, wie Druckfestigkeit und Wasseraufnahme, spielt auch die Bearbeitung eine wichtige Rolle.

Gesägte Steine weisen i. d. R. sehr glatte mit feinstem Steinmehl verschmutzte Seitenflächen und Unterseiten auf. Hier ist die Haftung des Fugenmörtels bzw. der Kontaktschlämme stark reduziert. Daher sind aufgeraute Flächen (sandstrahlen, stocken usw.) oder bruchraue Steine zu empfehlen.

Durch das Flammstrahlen der Steinoberfläche wird der Stein kurzfristig so stark erhitzt, dass das im Gefüge chemisch eingebundene Kristallwasser verdunstet, der dabei entstehende Gasdruck verursacht Abplatzungen an der Oberfläche. Die Temperatureinwirkung beträgt jedoch bis zu 2 cm, was zu Mikrorissen führt, die sich dann im Laufe der Zeit als Schäden am Stein zeigen können.

Fazit

Die gebundene Bauweise stellt unter Berücksichtigung der technischen Besonderheiten eine dauerhafte Flächenbefestigung

mit Pflaster- und Plattenbelägen dar. Flächen, die in ungebundener Bauweise aufgrund der Verkehrsbelastung oder Nutzung nur mit sehr hohem Unterhaltungsaufwand instand gehalten werden könnten, sind, in gebundener Bauweise hergestellt, über Jahrzehnte nutzbar.

Regelwerke und Merkblätter für Planung und Ausführung

ATV DIN 18318: Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen, Ausgabe 2006

ATV DIN 18316: Verkehrswegebauarbeiten – Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln, Ausgabe 10/2006

ZTV Pflaster-StB 06: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen, FGSV, Köln, Ausgabe 2006

TL Pflaster-StB 06: Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen

RStO 01: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, FGSV, Köln, Ausgabe 2001

DIN EN 206-1: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Konformität (Ausgabe 2001-07) Wichtiger Hinweis: gilt nicht für Tragschichten!

DIN EN 1338: Pflastersteine aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN 1339: Platten aus Beton – Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN 1341: Platten aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN 1342: Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche – Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN 1344: Pflasterziegel – Anforderungen und Prüfverfahren

Merkblatt für Flächenbefestigung mit Pflasterdecken und Plattenbelägen, Teil 1: Regelbauweise (Ungebundene Ausführung) MFP 1, FGSV, Köln, Ausgabe 2003

Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen

Merkblatt für Dränbetontragschichten (DBT), FGSV, Köln, Ausgabe 1996

ZTV Fug-StB 01: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen, FGSV, Köln, Ausgabe 2001

Arbeitspapier Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung, FGSV, Köln, Ausgabe 2007

WTA-Merkblatt 5-21: Historische Pflaster – gebundene Bauweise, WTA München 2009