

Gebundene Pflasterdecken: Schadensbilder

Fehler in der Planung und Ausführung – Teil 2

■ **Karl-Uwe Voß** | Werden gebundene Pflasterdecken ohne Bewegungsfugen hergestellt, beziehungsweise sind die Bewegungsfugenabstände zu groß, so bilden sich häufig Risse in gebundenen Pflasterdecken aus, die die Pflasterdecken ungeplant in kleinere Felder unterteilen. Will man Schäden vermeiden, gibt es einiges zu beachten. Daher stehen nachfolgend die richtige Herstellung von Bewegungsfugen unter Berücksichtigung der Abstände und Breiten sowie Fugeneinlagen und Einbautemperaturen bis hin zu Einfassungen und Rückenstützen im Fokus

Ursächlich sind diese Rissbildungen im Normalfall darauf zurückzuführen, dass sich gebundene Pflasterdecken bei Erwärmung ausdehnen und bei Abkühlung zusammenziehen. Um derartige Risse zu vermeiden oder zumindest um deren Entstehungsrisiko zu minimieren, sind Bewegungsfugen einzubringen, welche die Pflasterdecke geplant in ausreichend kleine Felder unterteilen. Auch müssen die Fugeneinlagen der Bewegungsfugen ausreichend verformbar sein, damit sie beispielsweise durch Temperatureinflüsse in der Pflasterdecke entstehende Verformungen aufnehmen können. In den beiden folgenden Abschnitten soll zuerst dargestellt werden: wann mit der Bildung von Rissen (Ausbildung von Zugspannungen in der Pflasterdecke) und wann mit Ausbrüchen an den Pflastersteinen der Pflasterdecke (in der Pflasterdecke entstehende Druckspannungen) gerechnet werden muss.

Entstehung von Druckspannungen

Geht man einmal davon aus, dass eine gebundene Pflasterdecke bei einer Temperatur von 10 °C hergestellt wird und im Sommer in der Oberfläche der Pflasterdecke Temperaturen von bis zu circa 50 °C entstehen, so würde bei einem Bewegungsfugenabstand von 8 m eine Temperaturdehnung von etwa 3,2 mm ($40 \text{ °K} \times 0,01 \text{ mm/m} \times 8 \text{ m}$) resultie-



1. Herausgequetschte Fugeneinlage aufgrund einer Temperaturerhöhung. Fotos: Karl-Uwe Voß

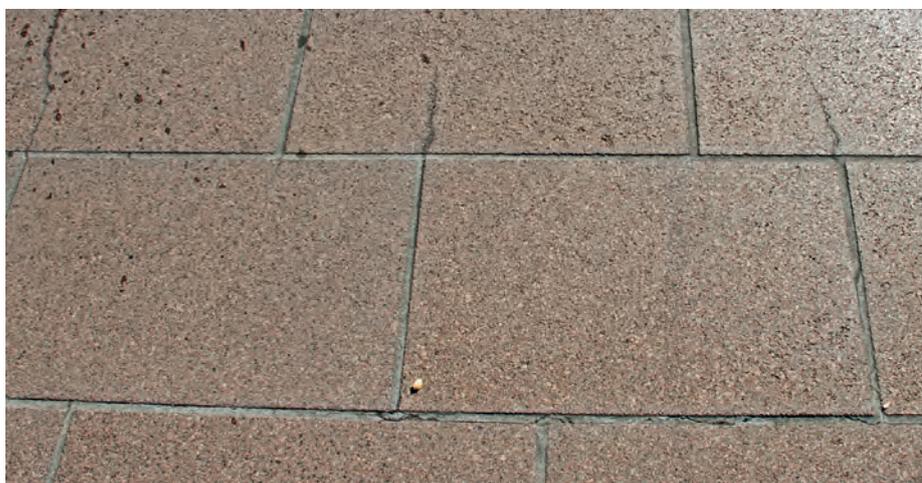
ren. Die auf diese Art entstehenden Druckspannungen müssen von den Bewegungsfugen aufgenommen werden (s. Bild 1, eine aus einer Entwässerungsrinne herausgequetschte Fugeneinlage). Derartige Druckspannungen führen im Normalfall zur Ausbildung von Abplatzungen an der Oberfläche von Pflastersteinen in der Nachbarschaft zur Bewegungsfuge (Bild 2). Das geschieht vorzugsweise dann, wenn harte und damit wenig verformbare Fugeneinla-

gen zur Herstellung der Bewegungsfugen verwendet werden.

Bei der Einwirkung von Druckspannungen können nur dann (Trenn-)Risse entstehen, wenn sich die Pflasterdecke aufgrund einer Temperaturerhöhung aufgewölbt und dann nicht mehr in der Lage ist, die eingeleiteten Vertikallasten aufzunehmen. Weisen Pflasterbeläge einen guten Verbund zum Bettungsmörtel auf, dann besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Aufwölben der



2. Ausbrüche an der Oberfläche von Pflastersteinen in der direkten Nachbarschaft zu einer Bewegungsfuge.



3. Risse aufgrund von temperaturbedingten Zugspannungen in einer gebundenen Pflasterdecke.

Pflasterdecke und damit auch die Entstehung von Rissen verhindert werden kann. In diesem Fall werden die resultierenden Spannungen von der Konstruktion aufgenommen und schadensfrei abgebaut. Wie diese Ausführungen zeigen, ist zur Rissvermeidung ein guter Verbund zwischen dem Bettungsmörtel und der Pflasterdecke anzustreben, weshalb die Verwendung von Haftvermittlern heutzutage dringend empfohlen beziehungsweise vorgeschrieben wird.

Entstehung von Zugspannungen

Wird eine gebundene Pflasterdecke stattdessen bei einer Temperatur von 25 °C hergestellt und treten im Winter beispielsweise Temperaturen von rund -10 °C auf, so würde sich die Länge der Pflasterdecke bei einem angenommenen Bewegungsfugenabstand von 8 m um circa 2,8 mm ($35 \text{ °K} \times 0,01 \text{ mm/m} \times 8 \text{ m}$) reduzieren. Eine Verkürzung führt zur Ausbildung von Zugspannungen in der Pflasterdecke, die zu Rissbildungen in den Pflasterbelägen oder in den Fugen führen können (s. Bild 3).

Das Risiko für die Entstehung von Rissen aufgrund der Ausbildung von Zugspannungen in der Pflasterdecke steigt:

- mit zunehmenden Bewegungsfugenabständen,
- mit abnehmender Breite der Bewegungsfugen,
- mit abnehmender Verbundfestigkeit zwischen dem Bettungsmörtel und dem Pflasterbelag,
- mit zunehmender Einbautemperatur und
- mit dunklerer Farbe der Pflastersteine beziehungsweise Plattenbeläge.

(Anmerkung: In der überarbeiteten ATV DIN 18 318 ist der Hinweis enthalten, dass vereinzelte Risse, beispielsweise durch Schwinden und Kriechen zulässig sind, sofern die Rissbreite einen Wert von 0,8 mm nicht überschreitet. Auf einige dieser Punkte wird in den nachfolgenden Abschnitten näher eingegangen.)

Zu große Bewegungsfugenabstände

Die Verkürzung einer Pflasterdecke kann, wie erwähnt, zur Ausbildung von Rissen im Bereich der Fugen beziehungsweise der Be-

festigungselemente führen. Derartige Risse teilen die längere Seite zusammenhängender Pflasterdecken in kleinere Felder und stehen nicht selten mit der Bildung von Ausbrüchen an den Pflastersteinen oder den Fugenmörteln in Verbindung (s. Bild 4).

Zur Begrenzung des Rissrisikos sollten Bewegungsfugen in gebundenen Pflasterdecken aus diesem Grunde möglichst mit nicht zu großen Abständen eingebracht werden. Je nach Regelwerk werden Bewegungsfugenabstände zwischen 4 und 10 m für gebundene Pflasterdecken genannt, wobei im Normalfall ein Bewegungsfugenabstand von circa 6 m empfohlen wird. Eine Hilfestellung zur Abschätzung der tatsächlich erforderlichen Bewegungsfugenabstände wird in der neuen ZTV Wegebau gegeben. Zwar wurde auch hier von einem üblichen Bewegungsfugenabstand von 6 m ausgegangen, allerdings wurden darüber hinaus weitergehende Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung der Plattendicke, der Einbautemperatur, der Materialart, der Bauweise und der Farbe der Produkte aufgenommen.

Bei der Bewertung des Rissrisikos ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass der schädigende Einfluss der eingeleiteten Spannungen (Ausdehnung oder Verkürzung) durch einen guten Verbund der Befestigungselemente zum Bettungsmörtel begrenzt werden kann.

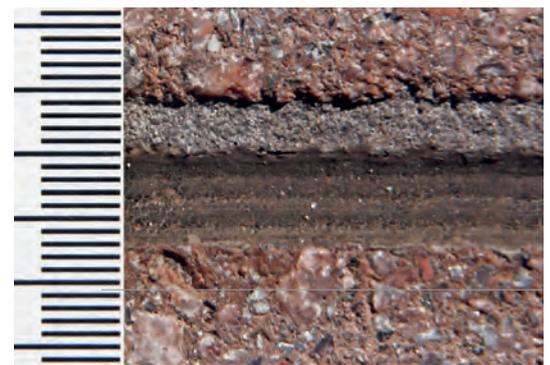
Breite der Bewegungsfugen

Neben den Abständen der Bewegungsfugen spielt natürlich auch die Breite der Bewegungsfugen eine wesentliche Rolle bei der Reduzierung der Rissgefahr. In den unterschiedlichen Regelwerken werden für die Bewegungsfugen Fugenbreiten zwischen 8 und 15 mm benannt (s. Bild 5)

Im Rahmen der Objektbesichtigung zeigte sich bei dem oben dargestellten Objekt, dass vergleichsweise große Betonplatten im Halb-



4. Rissbildung in einer vollgebundenen Pflasterdecke.



5. Ausbildung einer Bewegungsfuge.

DAS RASENGITTER
Schwabengitter®

- ! Hochelastisches Recyclingmaterial
- ! Extrem leicht und schnell zu verlegen
- ! Integrierte Dehnfugen längs und quer
- ! 10 Jahre Garantie auf Materialbruch
- ! Lieferung innerhalb von 48 Stunden
- ! In zwei verschiedenen Ausführungen

Schwab Rollrasen GmbH
Am Anger 7
85309 Pörrnbach
Tel. +49 (0) 84 46/928 78-0
www.schwab-rollrasen.de



6. Schäden aufgrund einer zu hohen Verformbarkeit der Fugeneinlage.



7. Starrer Anschluss des Plattenbelags an die aufgehenden Bauteile.

verband mit großen Bewegungsfugenabständen und geringen Fugenbreiten zum Einsatz kamen. All dies sind negative Einflüsse, die sich deutlich schadensverstärkend auf die Rissbildung in gebundenen Pflasterdecken auswirken.

Härte der Fugeneinlagen und Einbautemperatur

Wie bereits ausgeführt wurde, sollten möglichst dauerhaft komprimierbare und zumindest bei gering belasteten Pflasterdecken zusätzlich eher weiche Fugeneinlagen verwendet werden, die sich bei der Ausdehnung der

Pflasterdecke in ausreichendem Umfang verformen können, um die entstehenden Druckspannungen schadensfrei aufzunehmen. Gleichzeitig müssen Fugeneinlagen allerdings auch eine ausreichende Steifigkeit und Rückstellfähigkeit aufweisen, damit die letzte Steinreihe vor der Bewegungsfuge einen ausreichenden Halt durch die Bewegungsfuge erhält. Aus diesem Grunde muss die Bewegungsfuge trotz ihrer Verformbarkeit zusätzlich die Funktion einer „Rückenstütze“ für die benachbarten Pflastersteine übernehmen, damit diese eine ausreichende „Lagestabilität“ aufweisen. Ist die Fugeneinlage zu leicht „verformbar“ (zu weich), so resultieren bei befahrenen Pflasterdecken nicht selten Steinverschiebungen aufgrund der einwirkenden Schubkräfte, wobei Abrisse im Fugenmörtel neben der Bewegungsfuge (s. Bild 6) entstehen.

Risse in den Pflastersteinen oder Fugen können demnach die logische Folge der Verwendung zu weicher Fugeneinlagen bei stärker belasteten Pflasterdecken darstellen. Genau dieser Dualismus (notwendige Verformbarkeit der Fugeneinlage, ohne dass die Lagestabilität der Pflastersteine übermäßig reduziert wird) hat zu der in Fachkreisen häufig kontrovers geführten Diskussion geführt, ob eher harte (z. B. vulkanisierter Kautschuk) oder besser weiche Materialien (z. B. Polyolefin-Schaumstoffe) als Fugeneinlagen eingesetzt werden sollten. Aktuell geht die Fachmeinung in die Richtung in den einschlägigen Arbeitskreisen, dass weiche Fugeneinlagen eher zur Herstellung geringerer beanspruchter Pflasterdecken und harte Fugeneinlagen eher zur Herstellung höher beanspruchter Pflasterdecken verwendet werden sollten.

Wie diese Diskussion zeigt, gibt es hinsichtlich der Härte der Fugeneinlagen demnach keine allgemein gültige, „richtige“ Lösung. Vielmehr muss immer ein Kompromiss zwischen der erforderlichen Verformbarkeit der Fugeneinlage zur Aufnahme der Temperaturdehnungen und der erforderlichen Lagestabilität der Pflastersteine in der Nachbarschaft zur Bewegungsfuge gefunden werden. Bei dieser Abwägung spielt im Besonderen die Einbautemperatur der gebundenen Pflasterdecke zum Einbaupunkt eine wesentliche Rolle, deren Berücksichtigung im Normalfall in der Praxis kaum sachgerecht umsetzbar



8. Starrer Anschluss des Bettungsmörtels an aufgehende Bauteile.



9. Fehlende Randeinfassung beziehungsweise fehlende oder minderwertige Rückenstütze.



ist. So können bei hohen Einbautemperaturen ohne Weiteres harte Fugeneinlagen verwendet werden, da sich die Pflasterdecke in diesem Fall erwartungsgemäß eher zusammenziehen wird. Im Gegensatz dazu wird

sich die Pflasterdecke bei geringen Einbautemperaturen eher ausdehnen, so dass in diesem Fall eher verformbare, weiche Fugeneinlagen zu empfehlen sind.



10. Ungebundener Fußgängerüberweg über eine in vollgebundener Bauweise ausgeführte Straße.



11. Ausbrüche an den Randsteinen der gebundenen Pflasterdecke.

Aufgehende Bauteile

Bei der Festlegung von Bewegungsfugen ist weiterhin zu bedenken, dass auch und gerade im Bereich des Anschlusses an aufgehende Bauteile Bewegungsfugen auszuführen sind. Bei der nachfolgend dargestellten Fläche handelt es sich um eine gebundene Pflasterdecke aus Betonplatten, die in Mischbauweise mit ungebundener Bettung (Bettungssplitt 2/5 mm) erstellt wurde. Trotz einer Länge von circa 80 m wurden Bewe-

gungsfugen bei diesem Plattenbelag weder geplant noch ausgeführt. Wie die Fotos aus Bild 7 zeigen, war der Plattenbelag mittels eines starren Fugenmörtels an die aufgehenden Bauteile angeschlossen worden, so dass thermische Verformungen zu Schäden am Plattenbelag geführt haben. Beim Anschluss an aufgehende Bauteile ist zu beachten, dass nicht nur der Plattenbelag von den aufgehenden Bauteilen zu trennen

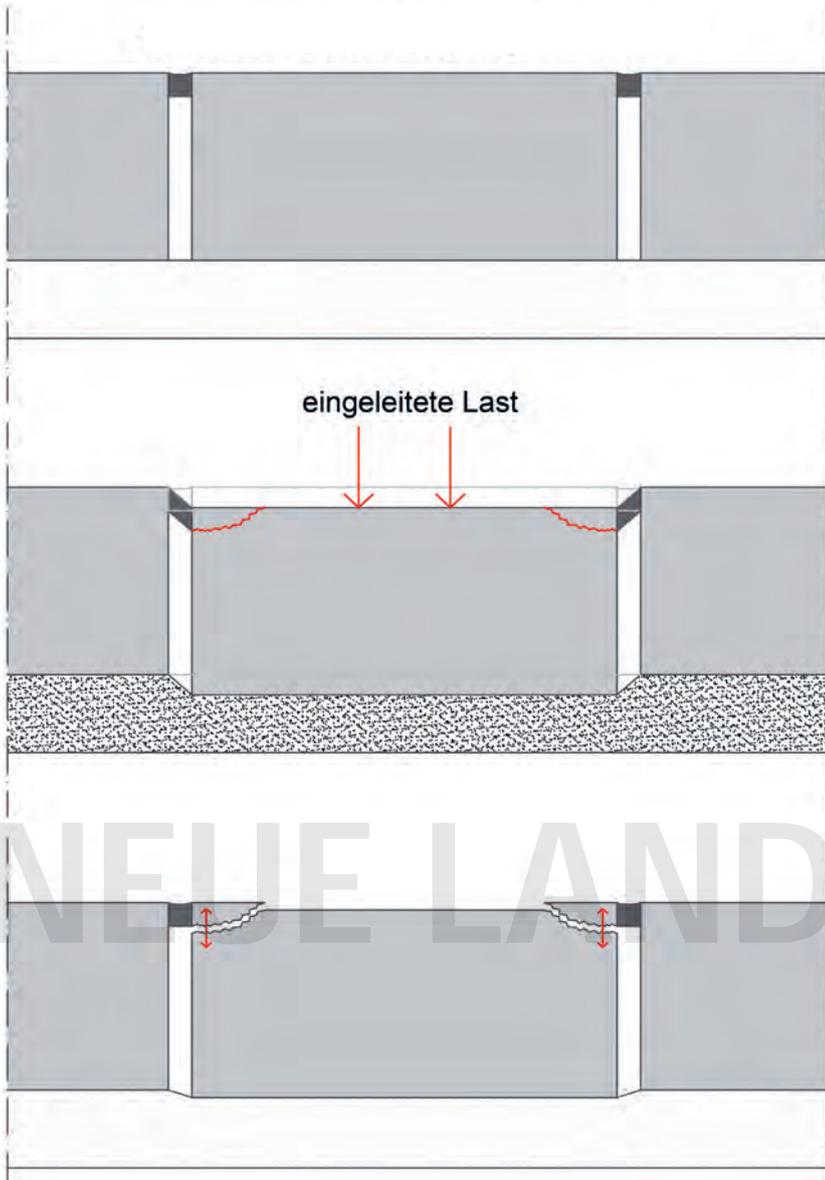
ist, vielmehr ist auch der direkte Kontakt zwischen dem Bettungsmörtel und den aufgehenden Bauteilen durch die Einbringung von verformbaren Randdämmstreifen zu verhindern (Bild 8).

Fehlende Einfassungen

Erstaunlicherweise wird immer wieder vergessen, dass Einfassungen beziehungsweise Rückenstützen zur Vermeidung der Verschiebung von Pflastersteinen in Pflasterdecken erforderlich sind, welche die Lagestabilität der Befestigungselemente sicherstellen. Wirken Schubkräfte bevorzugt bei höher belasteten Flächen auf Pflasterdecken oder Plattenbeläge ohne Randeinfassungen ein, so verschieben sich die Befestigungselemente der Flächenbefestigung gegebenenfalls deutlich. (Bild 9)

Übergang von einer gebundenen zu einer ungebundenen Pflasterdecke

Noch häufiger werden Schäden aufgrund fehlender Einfassungen oder Rückenstützen bei Übergängen zwischen gebundenen und ungebundenen Bauweisen vorgefunden. Das nachfolgende Beispiel zeigt eine in vollgebundener Bauweise (rote Pfeile in Bild 10) hergestellte Straße, die durch einen in ungebundener Bauweise ausgeführten Fußgängerüberweg (grüner Pfeil Bild 10) unterbrochen



Skizze Schadensbild Betonpflasterschein

wurde. Eine Rückenstütze zwischen der gebundenen und der ungebundenen Teilfläche war weder geplant noch ausgeführt worden, so dass die Pflastersteine der gebundenen Pflasterdecke keine ausreichende Lagestabilität aufwiesen.

Aufgrund der Befahrung dieser Flächenbefestigung wirken bei Bremsvorgängen zum Teil erhebliche Schubkräfte auf die im Übergangsbereich zur ungebundenen Bauweise verlegten und in gebundener Bauweise eingebrachten Pflastersteine ein, die aufgrund der fehlenden Einfassung/Rückenstütze nicht schadensfrei in die Unterlage abgeleitet werden können. Im Rahmen der Befahrung dieser Übergangsbereiche brachen die Pflastersteine aus der gebundenen Pflasterdecke he-

raus und es entstanden Risse im und Ausbrüche am Fugenmörtel (s. li. Bild 11).

Literaturverzeichnis

- [L 1] ATV DIN 18 318: 09-2019. VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Verkehrswegebauarbeiten - Pflasterdecken Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen.
- [L 2] Betonwerksteinkalender: (2017). Ausschreibung - Kalkulation - Regelwerke - Ausführung, ad-media GmbH, Köln.
- [L 3] Deutscher Naturwerkstein-Verband e. V. (1996). Mörtel für Außenanlagen (Merkblatt 1.6), DNV Verlag GmbH, Kornwestheim.
- [L 4] Deutscher Naturwerkstein-Verband e. V. (05-

2014). Pflaster- und Plattendecken für befahrbare und begangene Flächen in ungebundener und gebundener Ausführung sowie in Mischbauweisen, DNV Verlag GmbH, Kornwestheim.

[L 5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015): Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen (M FP), FGSV Verlag, Köln.

[L 6] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015): Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (TL Pflaster-StB 06/15), FGSV Verlag, Köln.

[L 7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2018): Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (M FPgeb), FGSV Verlag, Köln.

[L 8] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2018): Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen für Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (ALP Pgeb), FGSV Verlag, Köln.

[L 9] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2020): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (ZTV Pflaster-StB), FGSV Verlag, Köln.

[L 10] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (2022). Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (ZTV Wegebau), FLL Verlag, Bonn.

[L 11] Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V. (01-2009): Gebundene Bauweise - historisches Pflaster (Merkblatt 5-21), Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

[L 12] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster - Teil 2: Frostschäden, gebundene Bauweise, oberflächenvergütete Produkte. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018.

[L 13] Dr. Voß, Karl-Uwe (07-2019): Gebundene Pflasterdecken - Fehler vermeiden - Teil 1. Straße und Tiefbau, Giesel Verlag GmbH, Hannover, Seite 40.

[L 14] Dr. Voß, Karl-Uwe (10-2019): Gebundene Pflasterdecken - Fehler vermeiden - Teil 2. Straße und Tiefbau, Giesel Verlag GmbH, Hannover, Seite 20. ■



■ Dr. rer. nat.
Karl-Uwe Voß

Geschäftsführer und
Institutsleiter Materialprüfungs-
und Versuchsanstalt Neuwied
Sandkauler Weg 1
56564 Neuwied
voss@mpva.de