



Die Straße wurde in gebundener, der Fußgängerweg in ungebundener Bauweise errichtet. Die Verkehrsbelastung durch Pkw und Lkw führt aufgrund fehlender Einfassung in den Randbereichen zu Schäden; ...

Fotos: Dr. Karl-Uwe Voß

# Gebundene Pflasterdecken: Fehler bei Planung und Ausführung Teil 1

TEXT Dr. Karl-Uwe Voß

Bei der gebundenen Bauweise handelt es sich um eine Sonderbauweise, die Vor- aber auch Nachteile gegenüber der ungebundenen Bauweise aufweist. Der Anteil der in gebundener Bauweise ausgeführten Pflasterdecken und in der Folge auch der Anteil an Reklamationen bei diesen Flächen hat in der jüngeren Vergangenheit deutlich zugenommen. Ein erheblicher Anteil der vorgefundenen Schäden an gebundenen Pflasterdecken ist darauf zurück zu führen, dass weder die Planer noch die Ausführenden die notwendige Qualifikation und Erfahrung mit dieser Bauweise besitzen.

Aufgrund ihrer Vorteile wird die gebundene Bauweise häufig zur Herstellung von Pflasterdecken eingesetzt, an die besondere Anforderungen gestellt werden, etwa aufgrund einer hohen Verkehrsbelastung. Ebenso kommt die gebundene Bauweise nicht selten bei Flächen zur Anwendung, bei denen der Austrag des Fugenmaterials und die Bildung von Grünbelägen in den Fugen reduziert oder verhindert werden soll.

## Sonderbauweise

Bei der gebundenen Bauweise handelt es sich um eine Sonderbauweise, für die es über viele Jahre kein sachgerechtes Regelwerk gab. Da sowohl Beton- als auch Natursteinplatten zur Herstellung nicht befahrener Pflasterdecken etwa im Bereich von Terrassen auch in der Vergangenheit bereits häufig „im Mörtelbett“ verlegt wurden, veröffentlichten einige Verbände Technische Regelwerke, in denen diese Bauweise beschrieben



## AUSSCHREIBUNG MÖRTEL ...

... in der Mörtelgruppe MG III: Vor dem Hintergrund der Anforderungen an die Eigenschaften der Bettungsmörtel und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die verwendeten Mörtel in gebundenen Pflasterdecken mindestens einer Frost- und ggf. sogar einer Frost-Tausalz- Beanspruchung ausgesetzt werden, ist festzustellen, dass „normale“ Mörtel der Mörtelgruppe MG III aus heutiger Sicht nicht geeignet zur Verwendung als Bettungs- oder Fugenmörtel in gebundenen Pflasterdecken sind. Die alten Regelwerke (Betonwerksteinkalender [L 2] oder DNV-Merkblatt [L 1]) sind daher als sehr kritisch zu betrachten. Planer ohne spezielle Erfahrungen mit der gebundenen Bauweise, die fälschlicherweise auf Basis dieser alten Merkblätter Mörtel der Mörtelgruppe MG III zur Herstellung von gebundenen Pflasterdecken ausschreiben, müssen nicht selten die Verantwortung für Schäden an gebundenen Pflasterdecken übernehmen.



... parallel dazu führt die Verschiebung der gelockerten Pflastersteine auch zu Kantenschäden an den Betonplatten.

wurde und Anforderungen an die Baustoffe festgelegt wurden. Exemplarisch sind hier etwa das DNV-Merkblatt 1.6 „Mörtel für Außenanlagen“ [L 1] oder der Betonwerksteinkalender [L 2] zu nennen, die Anforderungen an Fugen- beziehungsweise Bettungsmörtel definieren.

Diesen Regelwerken ist zu entnehmen, dass zur Herstellung der Pflasterdecken Bettungsmörtel der Mörtelgruppe MG III (Sollfestigkeit im Labor  $> 10 \text{ N/mm}^2$ ) zu verwenden sind. Anforderungen an die Bauwerksfestigkeit dieser Bettungsmörtel wurden nicht gestellt. In diesen Merkblättern finden sich darüber hinaus weder Anforderungen an den Witterungswiderstand, die Haftzugfestigkeit oder die Wasserdurchlässigkeit der Bettungsmörtel. Vorgaben an die Qualität der Fugenmörtel waren diesen Merkblättern überhaupt nicht zu entnehmen. Erst mit der Einführung der neuen ATV DIN 18 318 (Veröffentlichung vermutlich noch im Jahr 2019) wird die gebundene Bauweise erstmals in den ATV „geregelt“. Parallel erschien im Jahr 2018 das seitens der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen veröffentlichte Regelwerk M FPgeb und die dazugehörige Prüfanleitung ALP Pgeb.

## Konstruktionshinweise

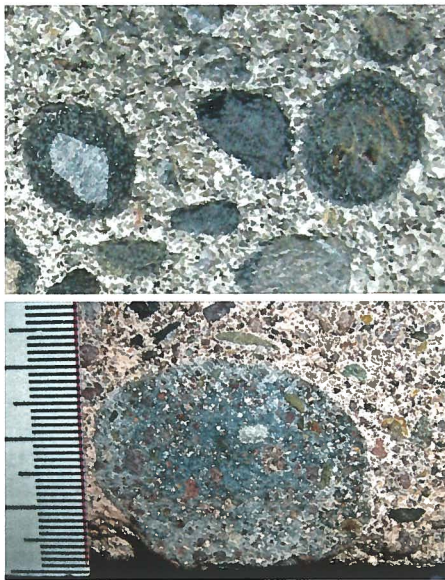
Aus diesen Technischen Regelwerken geht hervor, dass bei der Herstellung von Flächenbefestigungen in der gebundenen

Bauweise unter anderem folgende allgemeine Konstruktionshinweise zu beachten sind:

Während die vollgebundene Bauweise auch geeignet zur Herstellung höher belasteter, befahrener Pflasterdecken ist, findet die Mischbauweise mit einer ungebundenen Bettung nur in Flächen ohne Fahrverkehr (Nutzungskategorie N1) und die Mischbauweise mit einer gebundener Bettung und einer ungebundenen Tragschicht nur in Flächen mit leichtem Fahrverkehr (Nutzungskategorie N2) Anwendung. Dies erklärt sich dadurch, dass das Schadensrisiko bei der Mischbauweise in erheblichem Umfang mit der Beanspruchungsintensität ansteigt. Darüber hinaus müssen die Fugen bei der Mischbauweise mit einer ungebundenen Bettung unter Verwendung kunstharzgebundener Fugenmaterialien gefüllt werden.

Wasser, das in die Konstruktion eindringt, muss auch bei der gebundenen Bauweise in den Unterbau abgeleitet werden. Aus diesem Grund müssen sowohl die gebundene Bettung als auch die gebundene Tragschicht eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Ist das nicht der Fall, dringt Wasser über die Fugen in die gebundene Konstruktion ein, sammelt sich oberhalb der nicht ausreichend wasserdurchlässigen Schicht an und führt hier zur Ausbildung von Schäden. Neben diesen allgemeinen Anforderungen wurden in den neuen Regel- ▷





*Zementlinsen können entstehen, wenn sich nicht ausreichend mit Wasser aufgeschlossener Zement an die feuchte Gesteinskörnung anlagert. Ihre Größe kann erhebliche Ausmaße erreichen.*

▷ werken sowohl Anforderungen an die Eigenschaften der zu verwendenden Baustoffe (an die Wasserdurchlässigkeit, die Druck- und Haftzugfestigkeit sowie den Witterungswiderstand) als auch an die fertigen Pflasterdecken gestellt. Eine ganz wesentliche Voraussetzung für die Herstellung dauerhafter Pflasterdecken in gebundener Bauweise stellt dabei ein guter Verbund zwischen den Konstruktionsbaustoffen (Tragschicht, Bettung, Pflastersteine und Fugenmörtel) dar.

### Fugenmörtel

Gemäß den einschlägigen Technischen Regelwerken müssen Fugenmörtel, die zur Herstellung gebundener Pflasterdecken verwendet werden, die folgende Anforderungen erfüllen: Eines der wesentlichen Ziele bei der Herstellung von gebundenen Pflasterdecken besteht darin, das Eindringen von Niederschlagswasser in die Konstruktion möglichst zu

verhindern. Aus diesem Grunde sind hochwertige Fugenmörtel mit einer möglichst geringen Wasserdurchlässigkeit (mit Ausnahme der harzgebundenen, wasserdurchlässigen Fugenmörtel) und einem guten Verbund zu den Pflastersteinen zu verwenden. Aus Sicht des Autors sind Bauweisen, bei denen das Wasser geplant in die Konstruktion geleitet wird (harzgebundene, wasserdurchlässige Fugenmörtel) als eher schadensträchtig zu bewerten. Derartige Konstruktionen sind mit besonders großer Sorgfalt herzustellen. Eine zwingende Voraussetzung ist allerdings, dass sich der Planer ausreichend Gedanken um die Konsequenzen des Wassereintrags für die Dauerhaftigkeit der Pflasterdecke gemacht hat.

Da gebundene Pflasterdecken im Normalfall mit Wasser und Frost in Kontakt stehen, müssen Fugenmörtel einen ausreichenden Frost-Widerstand aufweisen. Kommen zusätzlich Taumittel zum Einsatz, dann muss der Fugenmörtel darüber hinaus einen ausreichenden Frost-/Tausalz-Widerstand besitzen. Zusätzlich müssen Fugenmörtel eine ausreichende, aber auch nicht zu hohe Druckfestigkeit (ein geringes E-Modul) und einen geringen Wasserzement (w/z)-Wert aufweisen. Zur Sicherstellung einer gleichmäßigeren Qualität sollten Fugenmörtel genauso wie die nachfolgend beschriebenen Bettungsmörtel unter Verwendung von Werk trockenmörteln hergestellt werden. Die Nachweise für die erforderlichen Produktqualitäten sind vor der Bauausführung durch den Materiallieferanten vorzulegen.

### Bettungsmörtel

Gemäß den einschlägigen Technischen Regelwerken müssen Bettungsmörtel, die zur Herstellung gebundener Pflasterdecken verwendet werden, folgende

Anforderungen erfüllen: Eines der wesentlichen Ziele bei der Herstellung von gebundenen Pflasterdecken besteht darin, das in die Konstruktion eingedrungene Niederschlagswasser möglichst schnell wieder aus dieser herauszuleiten. Deshalb sind hochwertige Bettungsmörtel mit einer möglichst hohen Wasserdurchlässigkeit zu verwenden.

Bettungsmörtel sollten einen sehr guten Verbund zu den Pflastersteinen aufweisen, um so sicherzustellen, dass diese möglichst lagestabil und dauerhaft in die Pflasterdecke eingebunden werden. Aus diesem Grund sind Kontaktschlämme bei der Verlegung der Pflastersteine in der gebundenen Bettung zu verwenden.

Da das Eindringen von Wasser über die Fuge in die Konstruktion nicht vollständig vermieden werden kann, muss der Bettungsmörtel einen ausreichenden Frost-Widerstand aufweisen. Und auch hier gilt: Kommen zusätzlich Taumittel zum Einsatz, dann muss der Bettungsmörtel einen ausreichenden Frost-/Tausalz-Widerstand aufweisen. Damit die Bettungsmörtel den einwirkenden Beanspruchungen dauerhaft widerstehen können, müssen auch sie eine ausreichend hohe Druckfestigkeit und einen geringen w/z-Wert aufweisen.

### Werksgemischter Bettungsmörtel

Zur Herstellung zementgebundener Bettungsmörtel wurden in der Vergangenheit immer wieder im Transportbetonwerk gemischte und im Transportbetonfahrzeug beförderte Standardmörtel (Mörtel der Mörtelgruppe MG III) verwendet. Diese in trockener Konsistenz hergestellten Mörtel weisen im Regelfall nicht nur geringe Mörtelfestigkeiten, geringe Haftzugfestigkeiten und einen nicht ausreichenden Witterungswiderstand auf, häufig sind die wirksamen Zementgehalte dieser Mörtel durch die Bil-



dung sogenannter „Zementlinsen“ deutlich reduziert. Gerade bei in erdfeuchter Konsistenz hergestellten Transportmörteln entstehen sie nicht selten in erheblichen Mengen. Der für die Festigkeitsentwicklung des Bettungsmörtels relevante, wirksame Zementgehalt wird durch die Bildung der Zementlinsen zum Teil deutlich reduziert. Derartige Zementlinsen entstehen üblicherweise beim Anmischen oder beim Transport trockener, zementärer Mörtelmischungen. Alternativ können Zementlinsen auch entstehen, wenn erdfeuchte Mörtelmischungen auf der Baustelle aus dem Fahrzeug „ausgedreht“ werden. In der Konsequenz wird der Bindemittelmatrix durch die Bildung der „Zementlinsen“ reaktiver Zement entzogen. Es resultieren Bettungsmörtel mit einem bindemittelarmen Gefüge.

### Was begünstigt die Rissbildung?

Das Risiko zur Bildung von Rissen in gebundenen Konstruktionen steigt mit zunehmenden Abständen zwischen den Bewegungsfugen und mit abnehmender Verbundfestigkeit zwischen dem Bettungsmörtel und der Pflasterdecke. Erwärmt sich eine gebundene Pflasterdecke, so dehnt sie sich aus, wobei sie sich bei nicht ausreichender Verbundfestigkeit zwischen der Pflasterdecke und dem Bettungsmörtel aufwölbt und hohe Biegespannungen an der Oberseite der Pflasterdecke entstehen. Allein die thermischen Verformungen aufgrund der Erwärmung gebundener Pflasterdecken können ohne weiteres zu Längenänderungen von 0,5 mm/m bis 1,0 mm/m führen. Zur Reduzierung der Gefahr von Spannungsrisen sollen die Abstände zwischen den Bewegungsfugen in gebundenen Pflasterdecken je nach Regelwerk bei 4 bis 7 Metern liegen. Darüber hinaus sind Bewegungsfugen an aufgehenden Bauteilen auszuführen. Alternativ können gebundene Pflasterdecken



*Risse entstehen häufig im Fugenmörtel und setzen sich dann über die Betonplatte fort. In der Regel verlaufen sie quer zur Fahrtrichtung.*

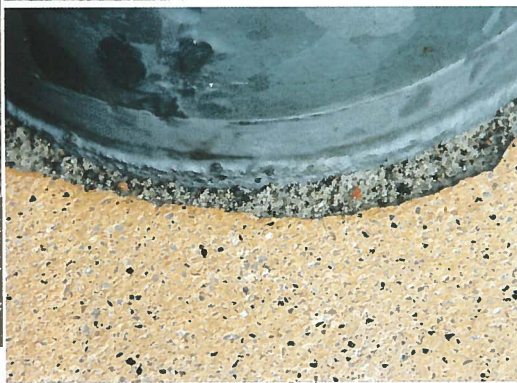
ohne Bewegungsfugen hergestellt werden (sog. Schweizer Bauweise). In diesem Fall wird aber davon ausgegangen, dass Risse entstehen, die anschließend geschlossen werden müssen.

Wird eine aufgewölbte Pflasterdecke befahren, so entstehen aufgrund der eingeleiteten Vertikallasten darüber hinaus hohe Biegespannungen an der Untersei-

te der Pflasterdecke. Diese Spannungen können nicht schadensfrei abgebaut werden, wenn Bewegungsfugen in der Konstruktion fehlen und/oder kein ausreichender Verbund zwischen den Baustoffen vorliegt. Weisen Pflasterdecken einen guten Verbund zum Bettungsmörtel auf, kann dies das Aufwölben der Pflasterdecke verhindern. In diesem Fall werden die resultierenden Spannungen







*Wenn im Bereich der Einbauteile mit dem Fugenmörtel direkt an die aufgehenden Bauteile angearbeitet wird, ohne Bewegungsfugen vorzusehen, muss man sich über spätere Risse in der Pflasterdecke und kaputten Fugenmörtel nicht wundern.*

▷ gen von der Konstruktion aufgenommen und schadensfrei abgebaut. Die Bildung von Rissen in gebundenen Konstruktionen kann durch die Ausführung geringer Bewegungsfugenabstände und durch die Sicherstellung eines guten Verbundes zwischen dem Bettungsmörtel und den Pflastersteinen zwar nicht vollständig vermieden werden, doch sinkt die Gefahr für die Entstehung ungeplanter Risse deutlich.

### Fehlende Einfassungen

Neben den oben beschriebenen Gründen für die Entstehung von Rissen in gebundenen Pflasterdecken sind die Rissbildungen nicht selten auf fehlende oder minderwertige „Einfassungen bezie-

hungsweise Rückenstützen“ zurück zu führen. Diese Schäden treten zum Beispiel an Übergängen zwischen in gebundener und ungebundener Bauweise erstellten Pflasterdecken auf, wenn die letzte Reihe der gebundenen Pflasterdecke nicht durch eine lagestabile Randeinfassung begrenzt wird. Welche Schäden entstehen können, zeigt das Beispiel einer Straße, die in vollgebundener Bauweise errichtet wurde. Unterbrochen wird sie von einem Fußgängerüberweg, der in ungebundener Bauweise erstellt wurde. Eine Sicherung der Randsteine von der gebundenen zur ungebundenen Pflasterdecke in Form einer Einfassung aus Beton oder einer Rückenstütze wurde nicht ausgeführt. Aufgrund der Befahrung dieser Pflasterdecke mit PKW und LKW wurden die im Randbereich der in gebundener Bauweise eingebrachten Pflastersteine zum Teil erheblichen Schubkräften ausgesetzt. Diese Schubkräfte konnten aufgrund der fehlenden Einfassung nicht schadensfrei in den Unterbau eingeleitet werden. In der Folge brachen diese Pflastersteine aus der gebundenen Pflasterdecke heraus und es entstanden zum Teil massive Risse in und Ausbrüche an den Fugenmaterialien. Parallel dazu führte die Verschiebung der gelockerten Pflastersteine der gebundenen Pflasterdecke auch zu Kantenschäden an den benachbarten, in ungebundener Ausführung eingebrachten Betonplatten. Ein vergleichbarer Schaden zeigte sich auch an der Pflasterdecke eines in vollgebundener Segmentbogenbauweise ausgeführten Kleinpflasters, bei dem elastische Dehnfugen zur Unterteilung der Pflasterdecke eingesetzt wurden. Da die verwendeten Dehnfugen keine ausreichende Verformungsbeständigkeit aufwiesen, wurden die angrenzenden Pflastersteine aus Naturstein durch die einwirkenden Schubkräfte verschoben, wobei Abrisse im Fugenmörtel entstanden.

Dehnfugen müssen ausreichend verformbar sein, damit sie die etwa durch

Temperatureinflüsse in der Pflasterdecke entstehende Verformungen aufnehmen können. Gleichzeitig müssen sie aber auch die Funktion einer „Rückenstütze“ für die Pflastersteine der gebundenen Pflasterdecke übernehmen und aus diesem Grunde auch eine ausreichende Lagestabilität aufweisen. Die Dehnfugen müssen demnach sowohl druckstabil als auch ausreichend verformbar sein. Weiterhin müssen sich die Dehnfugen nach der Beanspruchung der Pflasterdecke wieder vollständig zurückstellen. Erfüllen Dehnfugen diese Anforderungen nicht, können massive Abrisse im Bereich der gebundenen Fugen entstehen.

Im zweiten Teil der Artikelserie werden in der kommenden Ausgabe der TASPO GARTEN-DESIGN Ursachen für das Auswittern der Fugenmaterialien sowie für Schäden an Entwässerungsrinnen und Einfassungen vorgestellt. Abschließend wird über die Probleme beim Nachweis der Eigenschaften von Bauwerksproben berichtet.

### LITERATURVERZEICHNIS (Auszug)

- [L 1] **Deutscher Naturwerkstein-Verband e. V.** (1996). Mörtel für Außenanlagen (Merkblatt 1.6), DNV Verlag GmbH, Kornwestheim; [L 9] [L 2] **Betonwerksteinkalender:** (2017). Ausschreibung – Kalkulation – Regelwerke – Ausführung, ad-media GmbH, Köln;
- [L 3] **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen :** (2018). Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung“, FGSV Verlag, Köln;
- [L4] **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen :** (2018). ALP Pgeb – Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen für Pflasterdecken und Plattenbeläge in gebundener Ausführung“, FGSV Verlag, Köln;
- [L 18] **Dr.Voß, Karl-Uwe:** Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 2: Frostschäden, gebundene Bauweise, oberflächenvergütete Produkte. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018;