

Verkehrswegebau – Pflasterdecken in "Gebundener Bauweise"

Anmerkungen zur Dauerhaftigkeit von Verkehrsflächen der "gebundenen Bauweise"

Die Bauart von Pflasterdecken charakterisiert sich über die stofflichen Anforderungen an das Material der Bettung sowie der Fugenfüllung. Im Gegensatz zur "ungebundenen Bauweise", welche die "Regelbauweise" verkörpert und lediglich reine Mineralstoffgemische in beiden Bereichen zulässt, kommen bei der "gebundenen Bauweise" – als "Sonderbauweise" klassifiziert – ausschließlich zementgebundene Baustoffe in Form von Bettungs-Mörtel/-Beton sowie Fugenvergussmörtel zur Anwendung.

Maßgebend für die Ausführung von Verkehrsflächen sind die in der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) im Einzelnen erarbeiteten und vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung über die Oberste Straßenbehörde der Länder eingeführten "Technischen Regelwerke im Straßenbau".

Die Baugrundsätze und Baustoffspezifikationen liegen als "Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen" der FGSV – dem Regelwerk: "ZTV Pflaster-Stb" vor. Über "Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbeläge und Einfassungen" der FGSV werden die geforderten Materialeigenschaften erfasst – kurz: "TL Pflaster-Stb".

Beiden genannten Vorschriften ist der Mangel gemein, dass ihre Anwendung explizite auf die "Regelbauweise" – die sogenannte ungebundene Bauweise – beschränkt ist und für die "gebundene Bauweise" (Sonderbauweise) nicht herangezogen werden darf. Äquivalente Bestimmungen für die Sonderbauweise stellten die maßgebenden Gremien bisher nicht auf. Somit findet diese Bauweise auch keinen Eingang in die VOB, Teil C. Begründet wird dieser immerwährende Regelverzicht allgemein mit: nicht beherrschbarer hohen Schadenhäufigkeit / mangelnder Dauerhaftigkeit der in vollgebundener Bauweise ausgeführten Pflasterdecken.

In der Praxis lässt es sich jedoch nicht umgehen, das insbesondere flüssigkeitsdicht herzustellende und/oder durch hohe Schubkräfte belastete Verkehrsflächen in der "gebundenen Bauweise" ausgeführt werden müssen. Dies stellt dann sowohl die ausschreibende Instanz (Auftraggeber) als auch den Bauausführenden vor schier unlösbare Probleme, da beiden Seiten jegliche Orientierung für Aufstellung, Annahme oder Ablehnung der geforderten/erbrachten Leistungen fehlt. Erschwerend kommt bei der Verarbeitung von Betonpflastersteinen hinzu, dass in dieser Bauart der für die Regelbauweise konzipierte Verbundpflasterstein wegen der begrenzten Fugenweite nicht eingesetzt werden kann.

In Kenntnis dieser Problematik waren sowohl die "FGSV" als auch die "WTA – Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V." bemüht Abhilfe zu schaffen, allerdings auf äußerst fragwürdigem Niveau.

Aufseiten der "FGSV" wurde das Arbeitspapier W 2: "Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung" – Ausgabe 2007 herausgegeben. Folgende Kriterien werden herausgestellt:

Der Schwerpunkt liegt in der Festlegung von Anforderungen an die Materialeigenschaften der gebundenen Baustoffe: Fugenvergussmörtel sowie Bettungsmörtel/-beton. Besonderes Augenmerk wird auf die Einhaltung der angestrebten Haftzugfestigkeit zwischen Pflasterstein und Fugenmörtel sowie gleichermaßen gegenüber dem Bettungsmaterial gelegt. Im Weiteren wird als zweckmäßig vermerkt, die Unterseite des Pflastersteins mit einer Haftbrücke vorzubehandeln.

Im Abschnitt Versetzen der Pflastersteine wird darauf verwiesen, die Empfehlungen des Merkblatts "M FP 1" zu beachten, obwohl sich dieses auf die Regelbauweise bezieht.

Darüber hinaus sollte die Pflasterdecke durch Bewegungsfugen gegliedert und abgegrenzt sein, um auftretende thermische Spannungen abzubauen. Zusammenfassend stellen die gegebenen Empfehlungen zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit der Pflasterdecke darauf ab, für guten Verbund des Pflastersteins im umgebenden zementgebundenen Milieu Sorge zu tragen und hinreichend Expansionsraum durch Anordnung von dauerelastisch geschlossenen Bewegungsfugen zu schaffen.

Das WTA-Merkblatt 5-21 "Gebundene Bauweise – historisches Pflaster" nimmt sich des Problems in ähnlicher Weise wie das Arbeitspapier der "FGSV" an, ist hingegen in Teilen eingehender ausgearbeitet, führt neue Baugrundsätze als auch alternative Ausführungsbedingungen ein und integriert alle üblichen Pflasterbeläge. Die Kernpunkte der Forderungen lauten wie folgt:

Als wesentliches Kriterium für die Dauerhaftigkeit von Verkehrsflächen in gebundener Bauweise wird auch hier der Haftverbund zwischen Pflasterstein und Fugenmörtel sowie diesem gegenüber der Bettung herausgestellt. Übereinstimmend ist auch die beiderseits gegebene Empfehlung, auf die Steinunterseite einen Haftvermittler aufzutragen. Teilweise wird dies sogar als unverzichtbar gefordert.

Grundsätzlich wird unterstellt, dass das Eindringen von Wasser in die Konstruktion unvermeidbar ist. Die Dränfähigkeit des Systems, mit Ausnahme der Fuge, wird deshalb zwingend für erforderlich erachtet. Unter dieser Annahme wird die Forderung verständlich, dass die Bettung ausschließlich wasserdurchlässig in Dränfeinbeton/-mörtel auszuführen ist. Gleiche Anforderungen gelten für die Tragschichten, die aus Dränbeton oder Dränasphalt bestehen. Auf mit der Wasserdurchlässigkeit einhergehende Risiken wird dabei nicht erkannt.

Ein Novum stellt die alternativ propagierte zweischichtige Fugenfüllung (Verfahren 2) dar. Die Füllung besteht bis 3 cm unter Oberkante Stein aus einem hochfesten, fließfähigen Mörtel ($\beta_D \geq 60 \text{ N/mm}^2$) zur Aufnahme der statischen und dynamischen Kräfte. Der obere Bereich wird zur Aufnahme von Temperaturspannungen mit Epoxidharz gebundenem Mörtel ($\beta_D 20 - 40 \text{ N/mm}^2$) gefüllt. Diese zweischichtige Fugenfüllung soll die Temperaturspannungen besser abbauen. Die Anwendung wird insbesondere bei Verwendung von ungefasten Natur- und Betonsteinprodukten, Pflasterprodukten geringer Druckfestigkeit sowie bei besonderer Beanspruchung nach RStO, Nr. 2.7 und bei Pflasterdecken aus Betonstein als erforderlich herausgestellt.

Einen thematisch weiten Raum nimmt die Anordnung von Bewegungsfugen und Entspannungszonen ein. Zur Verringerung von Spannungsrissen ist die Pflasterdecke durch Anordnung von Bewegungsfugen im Abstand von höchstens 5 - 7 m in Felder aufzuteilen. Diese sind ebenso entlang aufgehender Einbauten und fester Randbegrenzungen anzuordnen, wobei dort die Fugendichtstoffe größere Bewegungen aufnehmen sollten als in befahrenen Bereichen. Außerhalb der Verkehrszone können alternativ zu den Bewegungsfugen "Entspannungszonen" vorgesehen werden. Diese können aus dem gleichen Belag bestehen, müssen in ungebundener Bauweise ausgeführt sein und dürfen alternativ mit Fugenmassen nach ZTV-Fug-Stb (elastisch) verschlossen werden.

Abschließend wird im Kapitel "Elastizitätsmodul" auf die differenten Werte des Verformungsvermögens zwischen den Pflasterbelagsprodukten und den zementgebundenen Baustoffen verwiesen. Entstehende hohe Spannungen wirken auf die kraftschlüssige Verbindung der unterschiedlichen Baustoffe (Haftverbund) ein, welche über den Oberbau insgesamt abzuleiten sind. Zur Beherrschung der Spannungen wird darauf verwiesen, dass kleinere Feldgrößen geeigneter sind, besonders bei Verwendung von Materialien mit hohen E-Modulen.

Das Merkblatt enthält im Weiteren Anforderungsprofile der Eigenschaften angeführter / einzusetzender Baustoffe, Produkte sowie Prüfverfahren zum Nachweis der Parameter. Im Wider-

spruch zu dem mit hohem Frost- und Tausalzwidestand (WU) deklarierten Fugenmörtel steht die unter Abschnitt 3.3.2.4 beschriebene "Prüfung der Wasserdurchlässigkeit bei dränfähigen Fugenmörteln". Die Verwendung durchlässiger Fugenmörtel sieht das Merkblatt nicht vor. Die bedeutsamere Prüfung auf "Wassereindringwiderstand" des Fugenmörtels wurde hingegen nicht aufgenommen.

Aus den Erfahrungen des Verfassers können weder die Empfehlungen des "Arbeitspapiers W 2" der FGSV noch jene nach dem "WTA-Merkblatt" für die Ausführung von Verkehrsflächen in "gebundener Bauweise" herangezogen werden. Die Beweggründe – eine Pflasterdecke statt in der Regelbauweise als Sonderbauweise auszuführen – bestehen in den Fähigkeiten den Pflasterbelag einerseits als "flüssigkeitsdichte Barriere" herzustellen und gleichsam für die Aufnahme hoher Verkehrsbeanspruchungen zu ertüchtigen – insbesondere wenn hohe Horizontalkräfte auftreten. Die Eigenschaft der "Undurchlässigkeit" wird jedoch seitens der WTA den in "gebundener Bauweise" erstellten Pflasterbelägen uneingeschränkt abgesprochen. Worin bestehen nun Vorteil und/oder Nutzen der Sonderbauweise? Wofür erst ein Merkblatt erarbeiten, wenn die Bauweise im Ergebnis der gegebenen, angewandten Empfehlungen fragwürdig und mangelbehaftet bleibt?

Die Fragen nach dem Weshalb müssen unbeantwortet bleiben, nicht hingegen die Auswirkungen aus der Anwendung der beschriebenen Baugrundsätze, Ausführungsempfehlungen und Anforderungen auf die Dauerhaftigkeit von Verkehrsflächen.

Die in beiden Dokumenten empfohlene Präparation der Belagmaterialien mit einem Haftvermittler sind nicht nur unpraktikabel, sondern auch als nutz-/wirkungslos zu bewerten. Unter dem Aspekt, dass die Bettung grundsätzlich wasserdurchlässig als "Dränmörtel/-beton" ausgeführt werden muss, besteht prinzipiell kein nennenswerter Haftverbund zwischen Pflasterstein und Bettungsmaterial. Entweder reduziert sich die Haftung auf Punktkontakte der mit Bindemittel ummantelten einzelnen Körner des Mineralstoffs oder – bei zu sattem Auftrag von Haftvermittlern – wird die Wasserdurchlässigkeit des Dränbaustoffs erheblich eingeschränkt oder unterbunden. Die als Dehnung aus Temperaturwechseln eingeleiteten Spannungen lassen sich aber über den Haftverbund generell nicht beherrschen. Dies noch aussichtsloser über ein haufwerksporöses Dränmaterial.

Besonders kontraproduktiv auf die Dauerhaftigkeit wirken sich alle beschriebenen Gegenmaßnahmen auf die Folgen der Dehnung der Pflasterdecke aus. Dies bezieht sich sowohl auf engmaschige Anordnungen von mit dauerelastischem Material geschlossener Bewegungsfugen als auch auf jede Form der Einrichtung von Entspannungszonen. Unter der Einwirkung von Temperaturspannungen werden die Bewegungsfugen irreversibel komprimiert und der Pflasterbelag räumlich um diesen Weg gespreizt. Hierüber eingeleitete Scherkräfte heben einen bestehenden Haftverbund zwischen Pflasterstein und Bettung nachhaltig auf. Der Effekt der Bewegungsfugen und Entspannungszonen wirkt allein raumgebend auf die Verkehrsfläche. Die unter der Druckspannung eingetretene Lageveränderung der Pflastersteine ist von Dauer und über die in der Abkühlphase induzierte Zugspannung nicht rückholbar. Der Haftverbund zwischen Pflasterstein und Fugenmörtel kann die eingeleiteten Spannungen nicht aufnehmen, zumal der Reibungswiderstand zwischen Pflasterstein und Bettung einem Spannungsabbau aus Bewegung entgegen steht. In der Folge wird die provozierte Lageänderung in vollem Umfang durch Rissbildung zwischen Pflasterstein und Fugenmörtel kompensiert. Im permanenten Wechsel des Spannungsfeldes wird in der Konsequenz das Fugenmaterial bis zur Überforderung strapaziert.

Im Wissen um die Unzulänglichkeiten ihrer Empfehlungen raten die Urheber der Anleitungen zur regelmäßigen Wartung der Verkehrsflächen. Mit dieser Aussage wird der Sonderbauweise letztlich die Sinnhaftigkeit ihrer Ausführung entzogen, wenn den ohnehin höheren Baukosten keine Verbesserung der Dauerhaftigkeit gegenübersteht, sondern weitere stete Belastungen aus der Unterhaltung offenbart werden. Vor dem Hintergrund derart ausgestalteter Hilfen kann nur noch von einer methodischen Abwertung und nicht von der Förderung einer Bauweise gesprochen werden. Eine Antwort, welche Mittel und/oder Kriterien das Anforderungsprofil für die Schaden-

freiheit der zweifelsfrei in der Praxis geforderten, erforderlichen flüssigkeitsdichten Ausführung von Pflasterdecken aufweisen muss, wurde von keiner der beiden Seite gegeben.

Die mangelnde Dauerhaftigkeit der in "gebundener Bauweise" ausgeführten Pflasterdecken beruht nach den Langzeitstudien des Verfassers ausnahmslos auf den Einsatz von Pflasterfugenvergussmörteln, deren Leistungsfähigkeit nicht auf die in den Verkehrsflächen herrschenden Verhältnisse abgestimmt/optimiert ist. Von gleicher Schwere können in dieser Hinsicht auch Verletzungen der Ausführungsanweisungen sein, wenn diese z. B. in Form erheblicher Unterschreitung des erforderlichen Mörtel-Füllgrads der Fuge vorliegen. Dieser Ausführungsfehler geht nach Beobachtungen vorwiegend auf das Bestreben des Auftragnehmers nach Einsparung des hochpreisigen Materials zurück, um Verluste aus Fehlkalkulation mit unrealistischen Materialeinstandswerten zu mindern oder schlicht den Gewinn zu steigern.

Aber auch auf Seiten der Betonsteinindustrie ist bisher versäumt worden, die spezifischen Anforderungen an einen Beton-Verbundpflasterstein für die gebundene Bauweise einer Bewertung zu unterziehen und die erforderlichen Eigenschaften zum Gegenstand der Entwicklung zu erklären.

Das XXX[®] Pflaster-Fugenverguss-System nimmt – freigestellt von allen vorgenannten Empfehlungen und Beschränkungen – für den "Bau von Verkehrsflächen in der gebundenen Bauweise" eine in jeder Beziehung herausragende, eigenständige Position ein. An einer Vielzahl von Verkehrsobjekten äußerst hoch beanspruchter Pflasterdecken wurde mit unvergleichlicher Zuverlässigkeit die Dauerhaftigkeit über eine Liegezeit von bisher >20 Jahren nachgewiesen (siehe Referenzobjekte). Die Ausführung der Pflasterdecken erfolgte – gemäß den Verarbeitungsanweisungen der XXX[®]-Marken-Komponenten – ohne Anordnung von Bewegungsfugen und Einrichtung von Entspannungszonen, schloss Einbauteile, Rinnen und Einläufe ohne Abgrenzung direkt in die Vergussleistungen ein und beinhaltete die besondere Eigenschaft: "flüssigkeitsdicht" für das Verkehrsbauwerk.

Eine Innovation auf dem Gebiet des Betonsteinpflasters stellt der unter dem Arbeitstitel: "**MVM Verbundpflasterstein**" kreierte Betonpflasterstein dar, welcher exklusiv für den Einsatz sowie auf die Anforderungen der "gebundenen Bauweise" entwickelt und optimiert ist. Damit erschließen sich dem Betonsteinpflaster die Vorzüge der Verbundsteineigenschaften auch für diese Bauart. Das der Verbundleistung zugrunde liegende Prinzip ist weitgehend von der Steingestalt und dem Format unabhängig. Der Anwendungsbereich erstreckt sich vornehmlich auf in allen Disziplinen hoch beanspruchte Verkehrsflächen wie z. B. Containerstellplätze, Roll- und Parkflächen von Airports, Verkehrsflächen der chemischen Industrie etc. Mit der systemimmanenten Eigenschaft "flüssigkeitsdicht" leisten die so ausgerüsteten Pflasterbeläge einen hohen Widerstand gegen Eindringen schädlicher Medien in den Baugrund (Schutz gegen Einwirken wassergefährdender Stoffe).

Neben den bestehenden technologischen Vorzügen ist dem MVM-Verbundpflasterstein ein bedeutendes Merkmal der Wirtschaftlichkeit zu eigen. Über die Entwicklung eines effizienten Fugenabstandshalters wurde die Voraussetzung für den Einsatz von Verlegemaschinen geschaffen. Die rationelle und kostengünstige maschinelle Verlegung kann bei allen typischen Verlegemustern eingesetzt werden.

Die Entwicklungsunternehmung (Mandant) verfügt mit den Produkten der eingetragenen Wort-Marke: XXX[®] sowie dem "**MVM Verbundpflasterstein**" über die **DUALE KOMPETENZ** auf dem Gebiet des Verkehrswegebbaus in der Bauart: "Gebundene Bauweise".

gez. Mandant